Handbuch

des

Landwirthschaftlichen Maschinenwesens.

Erster Band.

Handbuch

des

Landwirthschaftlichen Maschinenwesens.

Für Landwirthe und Maschinentechniker

sowie

zum Gebrauche an landwirthschaftlichen und technischen Schulen

von

Dr. Emil Perels,
o. ö. Professor an der k. k. Hochschule für Bodencultur in Wien.

Zweite, vollständig neu bearbeitete Auflage.

Erster Band.

Mit 186 in den Text gedruckten Holzschnitten und
15 lithographirten Tafeln.

Jena,
Hermann Costenoble.
1880.

Leipzig, Druck von Hundertstund & Pries.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Bei der Neubearbeitung des vorliegenden Handbuches stellte ich mir die Aufgabe, dem Landwirth und Maschinentechniker den jetzigen Standpunkt des landwirthschaftlichen Maschinenwesens vorzuführen, die verbreitetsten und bewährtesten Constructionen der bei uns benutzten Geräthe und Maschinen zu schildern und den Leser zu befähigen, sich ein selbstständiges Urtheil sowohl über die Zweckmäßigkeit der Anordnung als auch über die Verwendbarkeit der Maschinen zu bilden. Gleichzeitig sollte den Lehrern und Schülern unserer landwirthschaftlichen Lehranstalten ein Werk zur Verfügung gestellt werden, in welchem das reiche Material des landwirthschaftlichen Maschinenwesens in systematischer Uebersicht vorgeführt wird.

Es mußte hierbei der Grundsatz festgehalten werden, nur solche Geräthe und Maschinen darzustellen, welche sich im practischen Betriebe unter den entsprechenden wirthschaftlichen und Bodenverhältnissen durchaus bewährt haben, dagegen alle einschlagenden Objecte, deren practischer Werth noch nicht zweifellos feststeht, von der Behandlung auszuschließen. Die Zahl der alljährlichen neuen Erfindungen auf dem Gebiete des landwirthschaftlichen Maschinenwesens, von denen jedoch nur ein kleiner Theil einen bleibenden Erfolg erringt, ist eine außerordentlich beträchtliche; sie übertrifft diejenige der meisten übrigen Zweige der Maschinentechnik um ein Bedeutendes. Es zeigt dies einerseits, wie überaus schwierig die Verbesserung vorhandener und die Erfindung neuer landwirthschaftlicher Maschinen ist; andererseits legt diese Thatsache aber auch ein rühmendes Zeugniß von der Rastlosigkeit der Erfinder ab, welche unausgesetzt bestrebt sind, den von Jahr zu Jahr höher gestellten Anforderungen an die Maschinen gerecht zu werden.

Die erste Auflage dieser Arbeit erschien zu einer Zeit, als das landwirthschaftliche Maschinenwesen sich noch in voller Entwicklung befand. Viele Geräthe und Maschinen, welche heutigen Tages allen Anforderungen entsprechen, waren noch in dem ersten Stadium ihrer Ausbildung. Es mußte damals constatirt werden, daß wir noch keine brauchbare Dibbelmaschine, keine durchaus zuverlässige Getreidemähemaschine mit automatischer Ablegevorrichtung, keinen Dampfpflug besaßen, welcher mit Beruhigung dem Großgrundbesitze unter passenden Verhältnissen empfohlen werden konnte. Heutigen Tages sind wir bereits einen gewaltigen Schritt vorwärts gegangen: Die Säemaschinen erfüllen die höchst gestellten Anforderungen der Landwirthschaft in bester Weise; bei den Mähemaschinen ist man bereits über die Construction der Ablegevorrichtung hinaus und beschäftigt sich mit der Lösung der ungleich schwierigeren Aufgabe, die Garben sogleich auf der Maschine zu binden, Bemühungen, welche in jüngster Zeit bereits von unzweifelhaftem Erfolge gekrönt wurden. Der Dampfpflug hat in seinem bewährtesten Systeme, dem Zweimaschinensysteme, eine vollständig typische Gestalt angenommen; er erfüllt seine Aufgabe, wenn er an rechter Stelle in Verwendung kommt, in durchaus zufriedenstellender Weise, so daß mancher Großgrundbesitzer, welcher anfänglich mit nur einem Apparate arbeitete, im Laufe der Zeit eine je nach Ausdehnung des Besitzthumes mehr oder minder beträchtliche Anzahl derselben beschaffen konnte. Und Aehnliches ist von nahezu allen Gruppen der landwirthschaftlichen Maschinen zu berichten; fast allerwärts konnte ein außerordentlicher Fortschritt constatirt werden, so daß die Maschinen den Anforderungen des Landwirthschaftsbetriebes immer mehr entsprechen.

Trotzdem sind wir noch keineswegs beim Abschlusse; einige Maschinen und Geräthe, deren Bedeutung allseitig anerkannt wird, erfüllen ihre Aufgabe zur Zeit noch nicht in befriedigender Weise. Hierher gehören vor Allem die zur Aussaat und Ernte der Kartoffeln dienenden, welche trotz der Bemühung zahlreicher Erfinder noch immer nicht bis zur practischen Brauchbarkeit herangebildet wurden. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, daß in Zukunft auch hier der Erfolg den redlichen Bemühungen der Erfinder entsprechen wird.

Die bedeutsamen Aenderungen, welche alle landwirthschaftlichen Verhältnisse in den letzten Decennien erfahren haben, die vielfach auf die Verwendung der Maschinenarbeit hinweisen, ferner aber auch die großen Fortschritte in der Ausbildung der landwirthschaftlichen Maschinen, haben

diesen eine gegen frühere Zeit wesentlich erhöhte Bedeutung im Betriebe der Landwirthschaft zugewiesen; sie versetzen jeden Landwirth in die Nothwendigkeit, dem Maschinenwesen seine volle Beachtung zu schenken. Von diesem Gesichtspunkte aus hoffe ich, mit vorliegender Arbeit eine Lücke in der landwirthschaftlichen Literatur ausfüllen zu können. Denn wenn auch manche beachtenswerthe Specialschrift existirt, welche den gewählten Gegenstand eingehend behandelt, so fehlt doch zur Zeit eine systematische Darstellung des modernen landwirthschaftlichen Maschinenwesens vollständig. Ueberdies knüpfen die in jüngster Zeit erschienenen Arbeiten aus diesem Gebiete fast allgemein an Unternehmungen von nur vorübergehender Bedeutung, wie Ausstellungen und Specialconcurrenzen, an, so daß eine umfassende Behandlung von vorn herein ausgeschlossen blieb.

Die neue Auflage besitzt einen etwas geringeren Umfang als die ältere, namentlich in Betreff der Anzahl von Tafeln. Es konnte durch eine gedrängte, dabei aber übersichtlichere Darstellung erreicht werden daß das auf geringerem Raum gegebene Material ein weitaus beträchtlicheres wurde als früher. Ueberdies ist die Neubearbeitung mit einer sehr großen Anzahl von Textfiguren versehen, welche in der älteren Auflage gänzlich fehlten. Auch im Text legte ich den größten Werth auf die Vermeidung alles irgendwie Entbehrlichen: der zu verarbeitende Stoff war an und für sich ein derartig reichhaltiger, daß nur bei sorgsamer Einschränkung die Wiedergabe desselben in dem Werke, welches aus vielen Gründen keinen zu beträchtlichen Umfang erhalten durfte, möglich war. Ich hoffe aber, daß mir die geehrten Leser für diese Einschränkung Dank wissen werden; ein Werk, welches sich die Aufgabe stellt, eine umfassende Disciplin in ihrer Gesammtheit zu behandeln, darf niemals zu weit in Details eingehen, wenn der Leser nicht den Ueberblick verlieren soll. Für weitere Ausführung der einzelnen Abschnitte eignet sich nur die monographische Darstellung, welche bereits über einzelne Gruppen der landwirthschaftlichen Maschinen existirt.

Auch die historische Entwicklung derselben ist in die Einzeldarstellungen zu verweisen, da in einem generellen Werke der zur Verfügung stehende Raum auch bei sorgsamster Einschränkung kaum für die Behandlung des zeitigen Standpunktes ausreicht. Ueberdies sind mir im Laufe der Zeit manche Zweifel darüber gekommen, ob es angezeigt erscheint, gerade bei der Besprechung der landwirthschaftlichen Maschinen so ausführlich, wie dies bisher üblich, auf die Entwicklung derselben einzugehen.

Mancher, zuweilen in gewichtigster Weise behandelte ältere Versuch kann doch nur als ephemere, an und für sich bedeutungslose Erscheinung bezeichnet werden, welche am besten in den Patentregistern begraben bleibt.

Es bleibt mir schließlich noch übrig, allen denjenigen geehrten Herren zu danken, durch deren wirksame Unterstützung mir die Herausgabe des Werkes ermöglicht wurde. Ich müßte eine ganze Reihe von Namen aufführen, wollte ich Jedem derselben nach Gebühr gerecht werden. In besonderer Weise habe ich aber Herrn P. Kresnik, Privatdocenten für landwirthschaftliches Ingenieurwesen an der k. k. Hochschule für Bodencultur in Wien, zu danken; derselbe ist der Verfertiger fast sämmtlicher Zeichnungen der vorliegenden Auflage, deren Correctheit und sachgemäßige Darstellung das höchste Lob verdienen. Endlich darf ich es nicht unterlassen, meinem Verleger, Herrn Hermann Costenoble in Jena, meinen Dank abzustatten für die schöne, dem Werke zu Theil gewordene Ausstattung, welche sicherlich allseitige Anerkennung finden wird.

Wien, den 15. August 1879.

Dr. Emil Perels.

Inhaltsverzeichniß des ersten Bandes.

II. Abschnitt.

Die Transmissionen.

III. Abschnitt.

Die Transportmittel der Landwirthschaft.

IV. Abschnitt.

Die Geräthe und Maschinen zur Bearbeitung des Bodens.

Verzeichniß der Textfiguren des ersten Bandes.

(Die mit einem * bezeichneten Holzschnitte sind der Arbeit des Verfassers: Die landwirthschaftlichen Geräthe und Maschinen der Weltausstellung in Philadelphia 1876, herausgegeben von der Oesterreichischen Commission für die Weltausstellung in Philadalphia, Wien, 1877 entnommen).

Einleitung.

Unter einer Maschine versteht man die Verbindung widerstandsfähiger Körper in solcher Einrichtung, daß mittelst derselben mechanische Naturkräfte befähigt werden, unter bestimmten Bewegungen Wirkungen auszuüben.

Die für die Arbeit der Maschinen vorwiegend in Verwendung kommenden Naturkräfte sind die Muskelkraft der Menschen und Thiere, die Kraft (Schwerkraft oder lebendige Kraft) des bewegten Wassers, der bewegten atmosphärischen Luft (des Windes), die Elasticität des gespannten Wasserdampfes und der erhitzten Luft.

Je nach dem Zwecke der verschiedenen Maschinen theilt man dieselben ein in

1) Kraftmaschinen oder Motoren, welche in Folge der Einwirkung von mechanischen Naturkräften, und zwar vorwiegend der eben genannten, in Bewegung gesetzt und befähigt werden, diese Bewegung auf die folgenden Gruppen der Maschinen zu übertragen;

2) Zwischenmaschinen oder Transmissionen, welche die von der Kraftmaschine empfangene Bewegung fortleiten und in Bezug auf Richtung und Geschwindigkeit im Falle des Erfordernisses abändern;

3) Arbeitsmaschinen, welche den Zweck haben, bestimmte nützliche Arbeit zu verrichten, und zwar charakterisirt sich diese entweder durch eine Ortsänderung, eine Formänderung oder durch diese beiden Operationen gemeinschaftlich. Mittelst einer Pumpe oder einer Breitsäemaschine wird der Ort der Flüssigkeit oder des Saatgutes geändert; die Häckselschneidemaschine ändert die Form des Strohes; als Beispiel einer sowohl orts- als auch formändernden Maschine kann der Pflug bezeichnet werden, da derselbe die Lage der Bodentheile und die Form der Oberfläche des Bodens ändert. Den Maschinen zur Formveränderung ist das

Werkzeug eigenthümlich und ist dieses auch bei denjenigen Arbeitsmaschinen erkennbar, welche gleichzeitig mit der Formänderung eine Ortsänderung bewirken; dasselbe fehlt jedoch stets bei denjenigen Maschinen, welche ausschließlich die letztere bewirken. Bei der Häckselmaschine sind Messer und Gegenschneider als Werkzeug zu erkennen, beim Pfluge Schar, Kolter und Streichbrett; bei der Pumpe, der breitwürfigen Säe- oder Düngerstreumaschine fehlt dagegen das Werkzeug[1]).

Unter landwirthschaftliche Maschinen sind diejenigen Maschinen zu verstehen, welche speciell mit Rücksicht auf die Bedürfnisse des landwirthschaftlichen Betriebes construirt sind. Es schließt dies jedoch nicht aus, daß dieselben auch für andere als landwirthschaftliche Zwecke benutzt werden können. Der Pflug kann z. B. zu den mannigfaltigsten Erdbewegungen für Wegebauten u. s. w. verwendet werden, die Getreidereinigungsmaschine zum Abscheiden der verschiedenartigsten Körper; sie dürfen trotzdem stets als landwirthschaftliche Maschinen bezeichnet werden, da sie in erster Reihe für die Zwecke der Landwirthschaft construirt sind.

Die Landwirthschaft benutzt überdies Maschinen mancher Art, welche nicht speciell für die Bedürfnisse der Landwirthschaft construirt wurden, welche somit nicht als landwirthschaftliche Maschinen bezeichnet werden dürfen. Dahin gehören fast sämmtliche Motoren, wie Windräder, Wasserräder und Dampfmaschinen im Allgemeinen. Der Göpel und die in erster Reihe für den Betrieb gewisser landwirthschaftlicher Arbeitsmaschinen construirte Locomobile müssen dagegen als landwirthschaftliche Maschinen bezeichnet werden, wenn auch ihre Benutzung zu anderen als landwirthschaftlichen Zwecken nicht ausgeschlossen ist. Die gewöhnliche Straßenlocomotive, vorwiegend bestimmt zum Lastenziehen auf festen Wegen, ist keine landwirthschaftliche Maschine, wohingegen die Straßenlocomotive des Dampfpfluges, mit Rücksicht auf diesen stets eigenthümlich angeordnet, und die ebenfalls ihrem Zwecke entsprechend eigenthümlich construirte Straßenlocomotive zum Betriebe der combinirten Dreschmaschine, die „agricultural locomotive engine“ der Engländer, als landwirthschaftliche Maschinen bezeichnet werden müssen. Aehnliche Beispiele lassen sich in großer Zahl anführen, namentlich bei den ortsändernden Maschinen, z. B. den Fuhrwerken, Drathseilbahnen, Pumpen u. s. w., bei denen es sogar häufig Schwierigkeiten verursacht, festzustellen, ob eine Maschine als landwirthschaftlich zu bezeichnen ist oder nicht.

---

1) Die Säevorrichtungen sind Theile der Transmission, nicht Werkzeug. Bei der Drillsäemaschine sind Werkzeuge vorhanden, und zwar die Schare zum Rillenziehen; dieselben bewirken jedoch eine Formveränderung der Bodenoberfläche.

Im Sprachgebrauche bezeichnet man eine Anzahl landwirthschaftlicher Maschinen zur Bodenbearbeitung, namentlich den Pflug, die Egge, die Cultivatoren und die Walze, nicht als Maschinen sondern als Geräthe. Es sind dies jedoch, wie aus dem eben Dargestellten hervorgeht, vollständige Maschinen zumeist einfacher Zusammensetzung und ohne complicirte Bewegungen; ein wissenschaftlicher Unterschied zwischen Maschine und Geräth existirt nicht[1]).

Man unterscheidet Spanngeräthe und Handgeräthe, und versteht unter ersteren die durch Thierkraft betriebenen Geräthe, also die bereits aufgeführten, während die Handgeräthe durch die Arbeit des Menschen in Thätigkeit gesetzt werden. Der wesentliche Unterschied beider besteht aber darin, daß während bei den Spanngeräthen das Thier nur Motor ist, bei den Handgeräthen der Mensch sowohl Motor als auch Arbeitsmaschine ist. Der Arbeitsvorgang ist hier ein ungleich complicirterer als bei der gewöhnlichen Maschine, welche, angemessen eingestellt und betrieben, bei gleichmäßigen Widerständen stets die nämliche Arbeit verrichtet, während bei der Arbeit des Menschen mit dem Handgeräth außer der physischen auch eine intellectuelle Thätigkeit erforderlich ist. Der Spaten, die Sense, der Dreschflegel u. s. w. verlangen unbedingt die Hand des Menschen; erst mit dieser verbunden werden sie befähigt, ihre Arbeit in zweckentsprechender Weise zu verrichten, während ein Ersatz derselben durch einen anderweitigen Motor nicht möglich ist. Daher muß auch jeder Versuch scheitern, mit Zugrundelegung dieser Handgeräthe als „Werkzeug" Grabemaschinen, Mähemaschinen, Dreschmaschinen u. s. w. zu construiren, da ein wesentlicher Theil des Werkzeuges bei dem ursprünglichen Handgeräth, nämlich die menschliche Hand, nicht auf die zu erzeugende Arbeitsmaschine übertragen werden kann.

Wir erkennen demnach als Eigenthümlichkeit des Handgeräthes, im Gegensatze zu der Maschine, daß bei jenem die gute Leistung wesentlich beeinflußt wird von der Geschicklichkeit des Arbeiters, während bei den Maschinen (also auch den Spanngeräthen), falls diese correct eingestellt und betrieben werden, die Qualität der Arbeit unabhängig ist von dem Motor und dessen Leiter.

---

1) Geräth ist die allgemeine Bezeichnung für Gegenstände zur Aus- und Zurüstung, ist demnach weder der Landwirthschaft noch den oben angeführten Maschinen zur Bodenbearbeitung eigenthümlich. Die noch heute in der Sprache streng festgehaltene Unterscheidung zwischen landwirthschaftlichen „Geräthen" und „Maschinen" rührt daher, daß erstere bereits zu einer Zeit in Verwendung waren, in welcher man in der Landwirthschaft noch nicht an Maschinen im heutigen Sinne denken konnte.

Die Leistung einer Maschine wird durch die in der Zeiteinheit verrichtete **Arbeit** ausgedrückt. Als Einheit der mechanischen Arbeit nimmt man den gleichmäßigen Zug oder Druck von 1 Kilogramm durch den Weg von 1 Meter bei gleichförmiger Bewegung an, und kann dies dem **Producte** des Druckes oder Zuges und des bei der Ueberwindung des Widerstandes in der Kraftrichtung zurückgelegten Weges gleich gesetzt werden. Man nennt diese Arbeitseinheit das **Meterkilogramm**. Es ist offenbar die nämliche Arbeit zu verrichten, wenn 1 Kilogramm 1 Meter hoch gehoben als wenn 0.5 Kilogramm 2 Meter oder 2 Kilogramm 0.5 Meter gehoben werden; jedesmal ist die verrichtete Arbeit 1 Meterkilogramm.

Ist P die Kraft und s der in einer **Secunde** zurückgelegte oder dieser Zeit entsprechende Weg, so ergiebt sich als **Einheitsmaß** der **Leistung**

$$L = P s \text{ Secunden-Meterkilogramm.}$$

Um bei der Bestimmung der Leistung einer Maschine zu große Zahlen zu vermeiden, zieht man es gewöhnlich vor, eine Arbeitseinheit zu verwenden, welche eine größere Anzahl von Secunden-Meterkilogramm bezeichnet, und zwar ist es allgemein üblich, namentlich bei der Angabe der Leistung von Kraftmaschinen, 75 Secunden-Meterkilogramm als Einheit anzunehmen und diese mit dem Namen **Pferdekraft** zu bezeichnen. Zur Unterscheidung von der Arbeit der Pferde bedient man sich in den Fällen, wo Zweifel entstehen könnten, des Ausdruckes **Maschinen-Pferdekraft**, also z. B. bei der Angabe über die zum Betriebe einer Dreschmaschine erforderliche Arbeit[1]).

Von dem einem Motor innewohnenden Arbeitsvermögen wird ein Theil durch schädliche Widerstände mancherlei Art, z. B. durch den Luftwiderstand, durch Reibung, Stöße, ohne Nutzen verbraucht, so daß stets nur ein Theil der totalen mechanischen Wirkung nutzbar gemacht werden kann. Man bezeichnet die erstere Arbeit als **Totalarbeit** (zuweilen als Roharbeit, Rohpferdekraft), die durch schädliche Widerstände verbrauchte Arbeit als **Nebenarbeit** und die Differenz beider, d. h. die wirklich ver-

1) Die Einführung der Arbeitsgröße **Pferdekraft** rührt von **James Watt** her, welcher, um einen Ausdruck für die Leistung der Dampfmaschine zu erhalten, die Leistung sehr kräftiger Pferde ermittelte und das erhaltene Resultat, welches diese auf 33,000 Minuten-Fußpfunden (in engl. Maß und Gewicht) angab, als Einheitsmaß annahm. Wie auf Seite 44 gezeigt wird, leistet ein Durchschnitts-Pferd beim geradlinigen Ziehen auf horizontaler Straße nur 0.8 Maschinen-Pferdekraft. Die englische Pferdekraft, 550 Secunden-Fußpfund, welche noch heutigen Tages in England allgemein zu Grunde gelegt wird, ist 76.04 Secunden-Meterkilogramm.

richtete Arbeit als Nutzarbeit. Das Verhältniß der Nutzarbeit zur Totalarbeit heißt der Wirkungsgrad (relative Leistung, Güteverhältniß) der betreffenden Maschine. Eine Maschine ist selbstverständlich um so vollkommener, je mehr sich dieser stets echte Bruch der Zahl Eins nähert. Drückt man das Verhältniß zwischen Nutz- und Totalarbeit in Procenten aus, d. h. setzt man letztere = 100, so nennt man diesen Ausdruck den Nutzeffect der Maschine.

I. Abschnitt.

Die Motoren der landwirthschaftlichen Maschinen.

A. Einleitung. Die Dynamometer.

Zur Messung der Zugkraft sowie unmittelbar der mechanischen Arbeit bedient man sich verschiedener Apparate, welche mit dem Namen Dynamometer oder Kraftmesser bezeichnet werden. Dieselben zerfallen in zwei, wesentlich von einander verschiedene Gruppen, deren erste die Zugkraft oder Arbeit unmittelbar registrirt, während die Dynamometer der zweiten Gruppe auf dem Principe beruhen, daß die Arbeit in Reibung umgewandelt und diese gemessen wird. Wir beschäftigen uns hier nur mit der ersten Gruppe von Dynamometern, den zur unmittelbaren Messung der Zugkraft oder der Arbeit dienenden, während die Instrumente zur mittelbaren Messung, die Bremsdynamometer, in der Folge, bei Besprechung der landwirthschaftlichen Dampfmaschinen, Erwähnung finden werden.

Die Dynamometer zur unmittelbaren Messung theilen wir wiederum in zwei Klassen ein und zwar in

1) Dynamometer zur Messung der Zugkraft, Zugdynamometer,

2) Dynamometer zur Messung der mechanischen Arbeit,

und besprechen aus der großen Zahl mehr oder minder vollkommener, hierher gehöriger Apparate die vorwiegend bei der Prüfung landwirthschaftlicher Geräthe und Maschinen in Verwendung stehenden.

a) Die Dynamometer zur Messung der Zugkraft.

Diese Instrumente beruhen auf dem Principe, daß eine elastische Feder durch den einwirkenden Zug oder Druck eine Formveränderung erleidet, deren Größe als proportional der einwirkenden Kraft angenommen und mittelst einer geeigneten Hebelübertragung an einer Skala deutlich sichtbar gemacht wird. Hierzu müssen die Federn derartig be-

schaffen (elastisch) sein, daß sie nach Entfernung der einwirkenden Kraft wieder in ihre ursprüngliche Gestalt, bei welcher der auf der Skala verschiebbare Zeiger auf seinem Nullpunkte steht, zurückkehren; eine Ueberlastung des Instrumentes über die Grenze der vollkommenen Elasticität macht dasselbe mithin unbrauchbar.

Fig. 1 stellt ein derartiges, zur Ermittlung der Zugkraft von Pflügen geeignetes Dynamometer[1]) dar. Die beiden Stahlfedern a und b sind

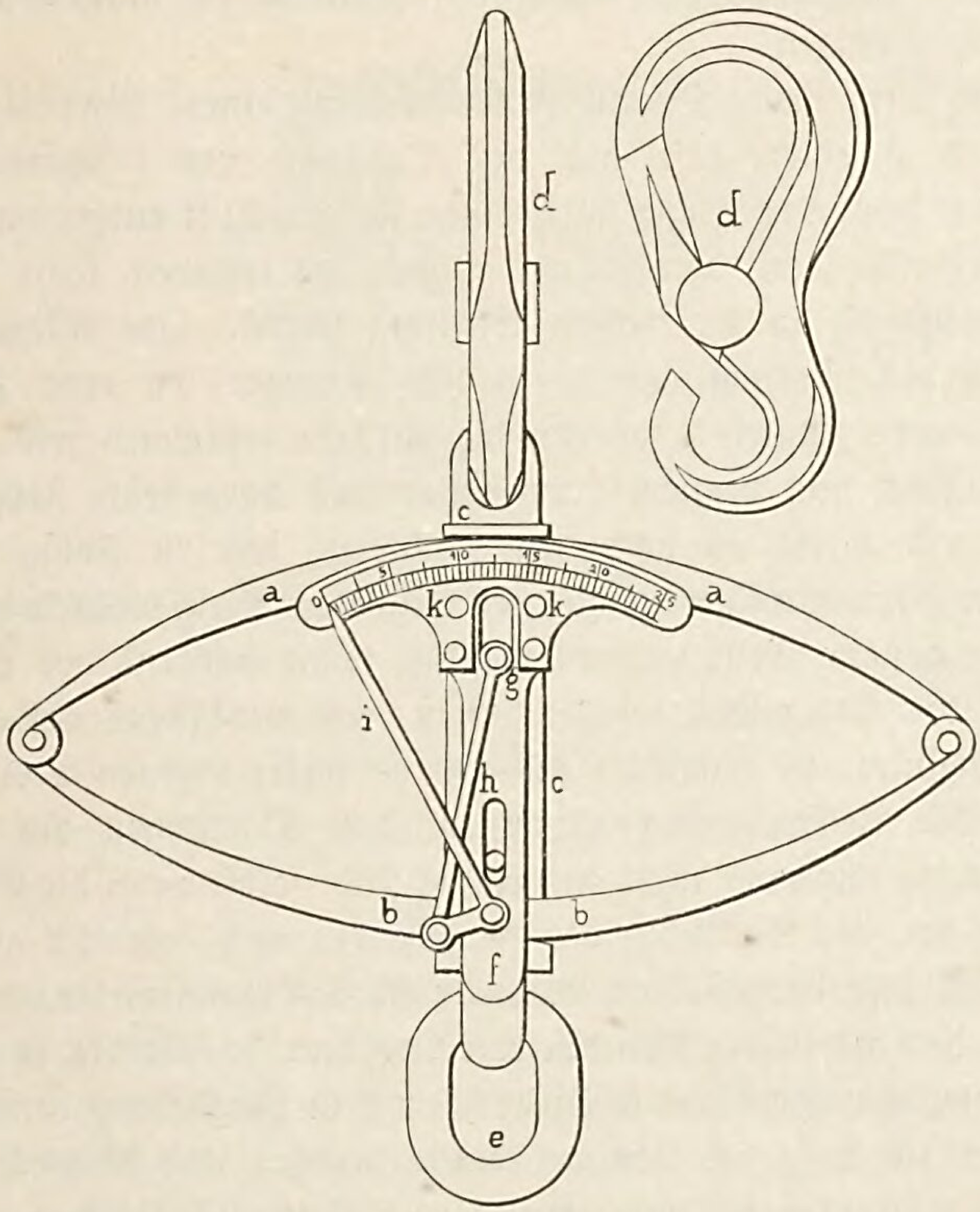


Fig. 1. Zugdynamometer.

an ihren Enden durch Gelenke verbunden; durch längliche Schlitze in der Mitte derselben ist der Bolzen c geführt, an welchem einerseits der Zughaken d zum Anhängen des Instrumentes an der Anspannungswage der Zugthiere befestigt ist. Andererseits ist das Kettenglied e oder ein Haken nach der Form von d mittelst des Bügels f angebracht. Es ist ersichtlich, daß, wenn bei d eine ziehende Kraft einwirkt, die beiden Federn zusammengedrückt, der Punkt g sich somit in dem zu diesem Zwecke an-

1) Aus der Fabrik von C. W. Julius Blancke & Co. in Merseburg (Preis 65 Mk.)

gebrachten länglichen Schlitze verschiebt. Die kleine Zugstange h überträgt diese Verschiebung auf den Winkelhebel i, dessen längerer Arm den über der Skala k gleitenden Zeiger bildet. Es wird somit die geringe Formveränderung der Federn in Folge der verschiedenen Längen der Hebelsarme i in vergrößertem Maßstabe sichtbar gemacht. Die Skala ist mit einer Theilung nach Kilogrammen oder Centnern versehen und durch angehängte Gewichte empirisch getheilt; so lange also die Elasticität der Federn unverändert bleibt, muß das Instrument die aufgewendete Zugkraft richtig anzeigen.

Häufig wird dieses Dynamometer noch mit einem Maximumzeiger versehen, d. h. einem lose auf der Drehachse von i sitzenden Zeiger, welcher von dem Druckzeiger durch einen kleinen Stift mitgenommen wird. Derselbe erreicht somit den höchsten Stand des letzteren, kehrt aber nicht wieder selbstthätig in die frühere Stellung zurück. Im Allgemeinen ist der Werth des Maximalzeigers ein nur geringer, da man gewöhnlich nicht die höchste Zugkraft, sondern die mittlere bestimmen will.

So einfach und bequem verwendbar das dargestellte Federdynamometer ist, so besitzt es doch den Nachtheil, daß in Folge der fortwährenden Schwankungen des Zeigers wegen der stetig wechselnden Widerstände eine genaue Messung nicht möglich, somit während des Ganges ein fortwährendes Beobachten erforderlich ist, um wenigstens ein annähernd richtiges Resultat zu erzielen. Auf Grund vieler eigenen Beobachtungen habe ich die Ueberzeugung gewonnen, daß Ablesungen bis auf etwa 30 Kilogramm durchaus nicht zuverlässig sind, selbst wenn die Eintheilung der Skala bez. der Ausschlag des Zeigers ein noch erheblich größerer ist wie bei dem hier dargestellten Blancke'schen Dynamometer.

Nach dem nämlichen Principe wie das hier geschilderte ist das Zugdynamometer von Schäffer & Budenburg in Magdeburg construirt; die Feder wird jedoch in der Längenrichtung gezogen und überträgt die Bewegung mittelst eines Zahnsegmentes und Getriebes auf den, einen beträchtlichen Ausschlag liefernden Zeiger. Die Skala ist auf einem runden Zifferblatte angebracht und mit einer (leicht zerbrechlichen) Glasplatte bedeckt. Auch dieses Instrument ist für Messungen, welche keine besondere Genauigkeit erfordern, zu empfehlen, wenn auch in manchen Fällen die beträchtliche Länge zwischen den Anspannungshaken etwas unbequem ist[1]).

Eine wesentliche Verbesserung des einfachen Zugdynamometers ist der Burg'sche Dynamograph, welcher die in einer gewissen Zeit ein-

1) Die Preise betragen für das Dynamometer von

250	500	1000	1500 Kilogramm Zugkraft
90	105	120	150 Mark.

wirkende Zugkraft graphisch darstellt. Zu diesem Zwecke ist das Instrument Fig. 2, bei im Principe ähnlicher Anordnung wie Fig. 1, mit einem innerhalb des Zeigers in radialer Richtung verschiebbaren Bleistifte versehen, welcher mittelst eines Uhrwerkes und einer kleinen aus einer Trommel und darüber gewundener Seidenschnur bestehenden Windevorrichtung mit gleichmäßiger Geschwindigkeit nach dem Mittelpunkte hin gezogen wird, und zwar in einer Zeit von etwa 5 Minuten. Auf dem Zifferblatte ist ein Papierstreifen in Form eines Ringsegmentes mittelst

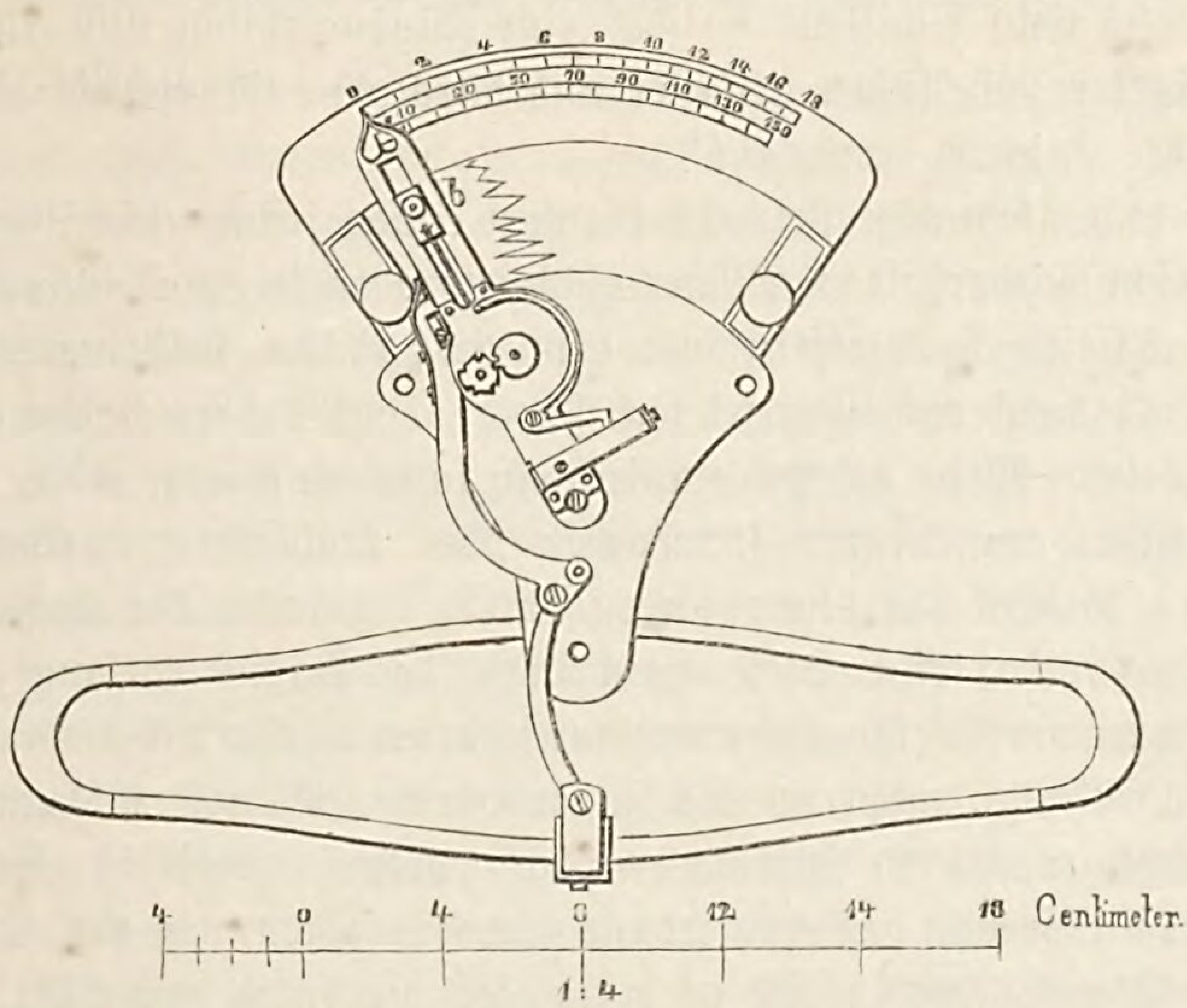


Fig. 2. Dynamograph von Burg.

Klemmschrauben befestigt; der Stift zeichnet demnach auf diesem eine sich allmälig dem Mittelpunkte nähernde Linie, welche, da der Zeiger und mit ihm der Stift alle durch die wechselnde Zugkraft verursachten Schwankungen anzeigt, wie bei b hin- und hergehend gestaltet ist. Aus dieser läßt sich nicht nur der Maximalzug, sondern auch mit ziemlicher Genauigkeit der mittlere Werth der Zugkraft feststellen, was bei den meisten dynamometrischen Messungen in erster Reihe verlangt wird. Leider fallen wegen der langsamen Bewegung des Zeichenstiftes die hin- und hergehenden Oscillationen sehr dicht neben einander und werden dadurch oft (namentlich bei Verwendung eines weichen Bleistiftes) unkenntlich, so daß der Mittelwerth sich niemals mit Hülfe genauer Rechnung, z. B. nach der Simpson'schen Regel, sondern nur nach Schätzung bestimmen läßt[1]).

1) Es darf übrigens von dem Burg'schen Dynamographen keine zu große Genauigkeit beansprucht werden, da bereits das Princip desselben es unmöglich macht, ganz zuverlässige Resultate abzulesen. Die Bewegung des Stiftes erfolgt nicht pro-

Trotzdem die Handhabung des Instrumentes einige Uebung voraussetzt, da das Uhrwerk und speciell der den Zeiger bewegende Seidenfaden sehr empfindliche Theile sind, die leicht in Unordnung gerathen, so giebt es doch zur Zeit kein für vergleichende Zugkraft-Messungen geeigneteres Instrument als den Burg'schen Dynamographen, da die absolute Genauigkeit, welche in Folge der in der Note angeführten Umstände nicht erzielt werden kann, für vergleichende Pflugproben durchaus nicht erforderlich ist. Für den practischen Gebrauch wird der Apparat in ein bequem eingerichtetes Etui eingelegt, welches eine Ingangsetzung und Ausrückung des Uhrwerkes von Außen gestattet und durch eine Glasscheibe eine Beobachtung des Zeigers ermöglicht[1]).

Auf dem nämlichen Principe beruhen einige französische Zugdynamometer, welche wiederholt bei Mähemaschinenproben in Anwendung gebracht wurden, sich jedoch in sofern von dem Burg'schen Instrumente unterscheiden, als durch das Uhrwerk das Papier, endlos über Rollen gespannt, oder in gleicher Weise dünnes Kupferblech langsam bewegt wird, während mit der Feder ein Bleistift (für Papier) oder Stahlstift (für Kupfer) verbunden ist, welcher auf dem endlosen Bande die Kurve der Zugkraft darstellt. Ein zweiter fester Stift, an welchem das Papier entlang geschoben wird, zeichnet die Abscisse auf und zwar in einer Länge von etwa 50 Millimeter pro Minute, während die Zugordinaten für 100 Kilogramm Belastung etwa 8 bis 10 Millimeter hoch werden. Man ist noch weiter gegangen, indem man das Kupferband mit dem feinen, von den Graveuren benutzten Firniß überzog und in der Folge die durch den Stift gezogene feine Linie mit Salpetersäure so lange behandelte, bis eine deutliche Zeichnung des Diagramms entstand. Alsdann wurden nach diesem Muster eine größere Anzahl von Diagrammen in Papier ausgeschnitten und gewogen, hiernach das mittlere Gewicht bestimmt, welches, unter der Annahme, daß die Geschwindigkeit der Zugthiere eine gleichförmige gewesen sei, proportional der verrichteten mechanischen Arbeit sein muß[2]).

Anmerkung. Der Vollständigkeit wegen sei noch erwähnt, daß man in früherer Zeit, speciell für die Prüfung von Pflügen, Dynamometer mit Gewichten anstatt der

---

portional dem zurückgelegten Wege, sondern der hierzu erforderlichen Zeit, ohne Rücksicht darauf, ob das Zugthier gleichförmig vorwärts geschritten oder nicht. Ferner ist zu berücksichtigen, daß, da der Stift sich stetig dem Mittelpunkte nähert, die der Krafteinheit entsprechende Längeneinheit des Zeigerausschlages nicht constant bleibt, sondern stetig kleiner wird.

1) Der Burg'sche Dynamograph wird von den Mechanikern C. Kraft & Sohn in Wien gefertigt und kostet mit allem Zubehör, als Zughaken, Etui und verschließbarem Kasten 63 Gulden ö. W.

2) In dieser Weise wurden die Zugkräfte und die verrichtete Arbeit bei der Mähe-

Federn construirte, auf dem nämlichen Principe beruhend wie unsere Decimalwagen. Hierher gehört der Hinz'sche Pflugkraftmesser, welcher wiederholt bei Pflugproben in Anwendung gebracht wurde. Derselbe verlangt jedoch die Einstellung eines Laufgewichtes während der Arbeit und erfordert ein vollständiges Karrengestell, ist somit bei weitem nicht so bequem als die Feder-Dynamometer. Eine gute Beschreibung des Instrumentes brachte noch neuerdings das Prager landw. Wochenblatt, Jahrgang 1878, Seite 256.

b) Die Dynamometer zur Messung der mechanischen Arbeit.

Wir können die Dynamometer zur unmittelbaren Messung der verrichteten mechanischen Arbeit wiederum in zwei Gruppen theilen, und zwar in solche für geradlinig fortschreitenden Gang der Arbeitsmaschine und für rotirende Bewegung. Die Instrumente der ersten Gruppe sind eine weitere Vervollkommnung der zuletzt besprochenen Zugdynamometer, indem sie, um ein richtiges Bild der geleisteten Arbeit zu geben, die Zugkraft und ihre Beziehung zu dem zurückgelegten Wege messen. Es ist leicht ersichtlich, daß die Instrumente, wenn sie mit Zuverlässigkeit functioniren sollen, complicirt und kostspielig ausfallen müssen, derartig, daß sie für Prüfungen landwirthschaftlicher Maschinen nur in den seltensten Fällen angewendet werden können. Meines Wissens benutzt nur die Königliche Ackerbau-Gesellschaft von England für ihre mit größter Sorgfalt angestellten Proben derartige Dynamometer, während dieselben anderwärts keine Verwendung finden. Es wird deshalb nur eine Erläuterung des Principes dieser in ihren Angaben vollkommensten Instrumente angezeigt sein, und zwar mit Zugrundelegung des neuesten Seitens der genannten Gesellschaft beschafften Dynamometers der Firma Eastons & Anderson in London[1]). Dasselbe ist in Fig. 3 in der Gesammtdisposition und in Fig. 4 im Längenschnitte und Grundrisse (mit Weglassung des Fahrgestells) gezeichnet. Das Dynamometer ist in einem vierräderigen Wagen befestigt und nimmt in seinen Abmessungen sowie der Art der Verbindung mit der zu prüfenden Maschine die nämliche Position ein wie ein kräftiges Karrenpferd. Die Spurweite der Hinterräder beträgt 1.42 Meter, diejenige der Vorderräder 0.84 Meter. Die Achse der

---

maschinen-Concurrenz zu Mettray (Frankreich) 1874 bestimmt und giebt der Bericht über dieselbe: Concours international de moissonneuses et de faucheuses-moissonneuses à Mettray en 1874, Seite 52 (Tours 1874) eine eingehende Beschreibung des benutzten Dynamometers.

1) Die Zeichnungen sowie genauere Angaben über das hier darzustellende Dynamometer verdanke ich der Güte des Erfinders desselben, Mr. William E. Rich in London.

letzteren ist in einem schmiedeeisernen Gestell drehbar eingehängt und zwar derartig, daß auch eine geringe verticale Bewegung der Achse ermöglicht wird; hierdurch wird der stete Contact der Hinterräder mit dem Boden, selbst bei unebenem Terrain, gesichert, was aus dem Grunde erforderlich ist, weil eines derselben zur Uebertragung der Bewegung auf den Registirapparat dient.

Das eigentliche Dynamometer ist auf der Grundplatte a angebracht, welche auf dem hölzernen Wagenrahmen b ruht. Die beiden Federn e von gleichen Abmessungen, aus ungehärtetem Stahl gefertigt, sind an einem Ende durch einen Zapfen, an dem anderen durch ein kurzes Gelenkstück und zwei Zapfen verbunden. Diese Anordnung ermöglicht es, daß jede Feder

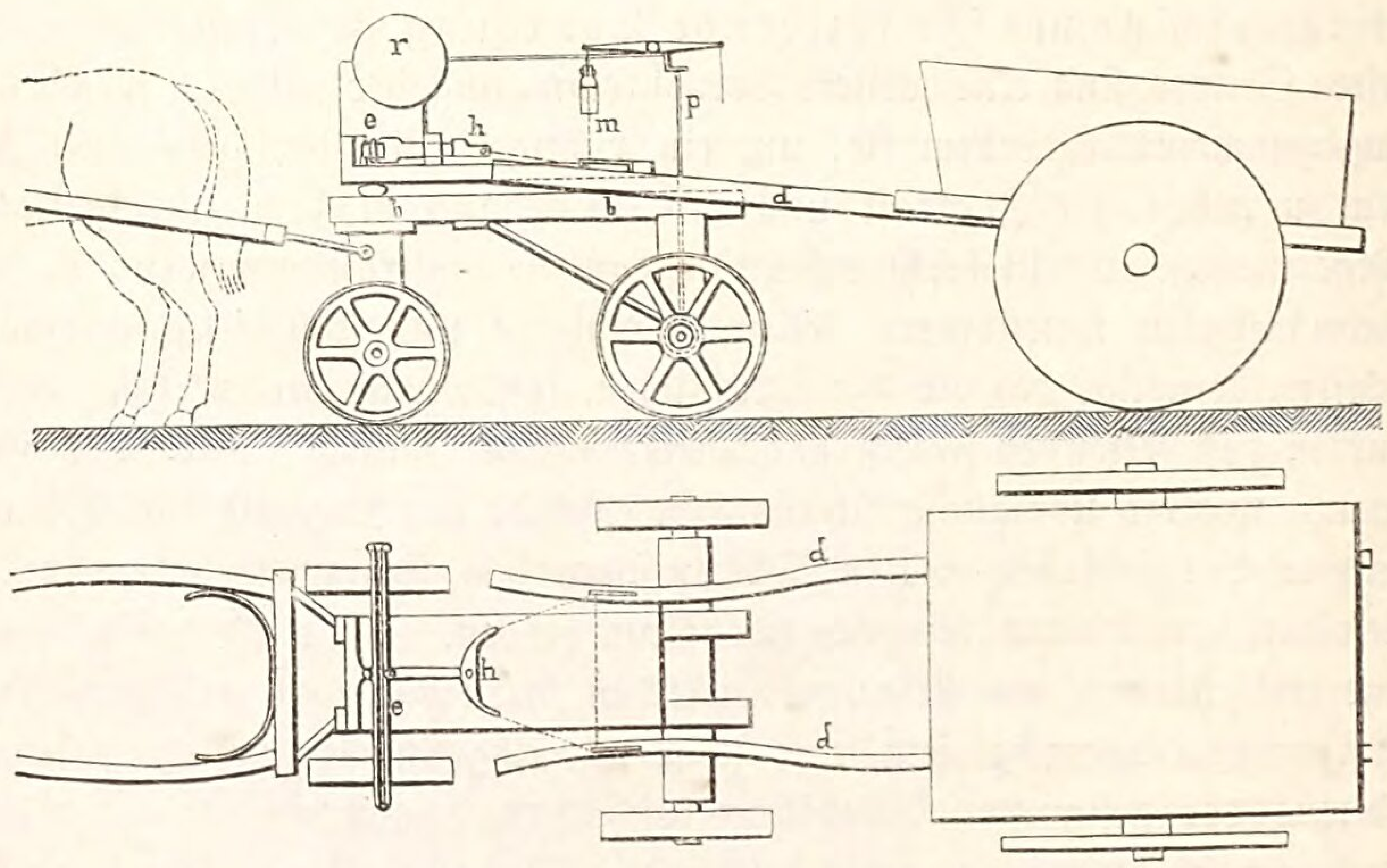


Fig. 3. Dynamometer von Eastons & Anderson.

die Formveränderung unabhängig von der anderen annehmen kann, sobald der Zug auf dieselbe einwirkt, was nicht möglich wäre, wenn die Federn an den Enden unmittelbar mit einander verbunden sind. Zu dem Dynamometer gehören drei Paar Federn, welche leicht ausgewechselt werden können; zwei derselben sind 1.22 Meter lang und für eine Maximal-Zugkraft von 270 und 450 Kilogramm, das dritte Paar von 1.52 Meter Länge für eine Maximal-Zugkraft von 720 Kilogramm eingerichtet. Das Mittelauge der vorderen Feder wird durch einen Zapfen c gehalten, welcher in einem gabelförmigen, an der Grundplatte gegossenen Stücke befestigt ist; das Auge der anderen Feder wird ebenfalls von einer Gabel umgriffen, welche das Ende der Zugstange bildet. Geführt wird dieselbe in einem Lager bei f und an ihrem Ende in dem Oelcylinder g, dessen Zweck in

der Folge erläutert werden soll. Hinter dem Lager f ist die Zugstange, welche jetzt einen rechteckigen Querschnitt erhält, durch den Zapfen k in Verbindung mit dem Zugbügel h; die Enden dieses Bügels werden durch kleine Laufrollen i unterstützt, so daß derselbe sich auf der Grundplatte frei bewegen kann. Der Bügel steht durch die Zugketten ll mit der Deichsel

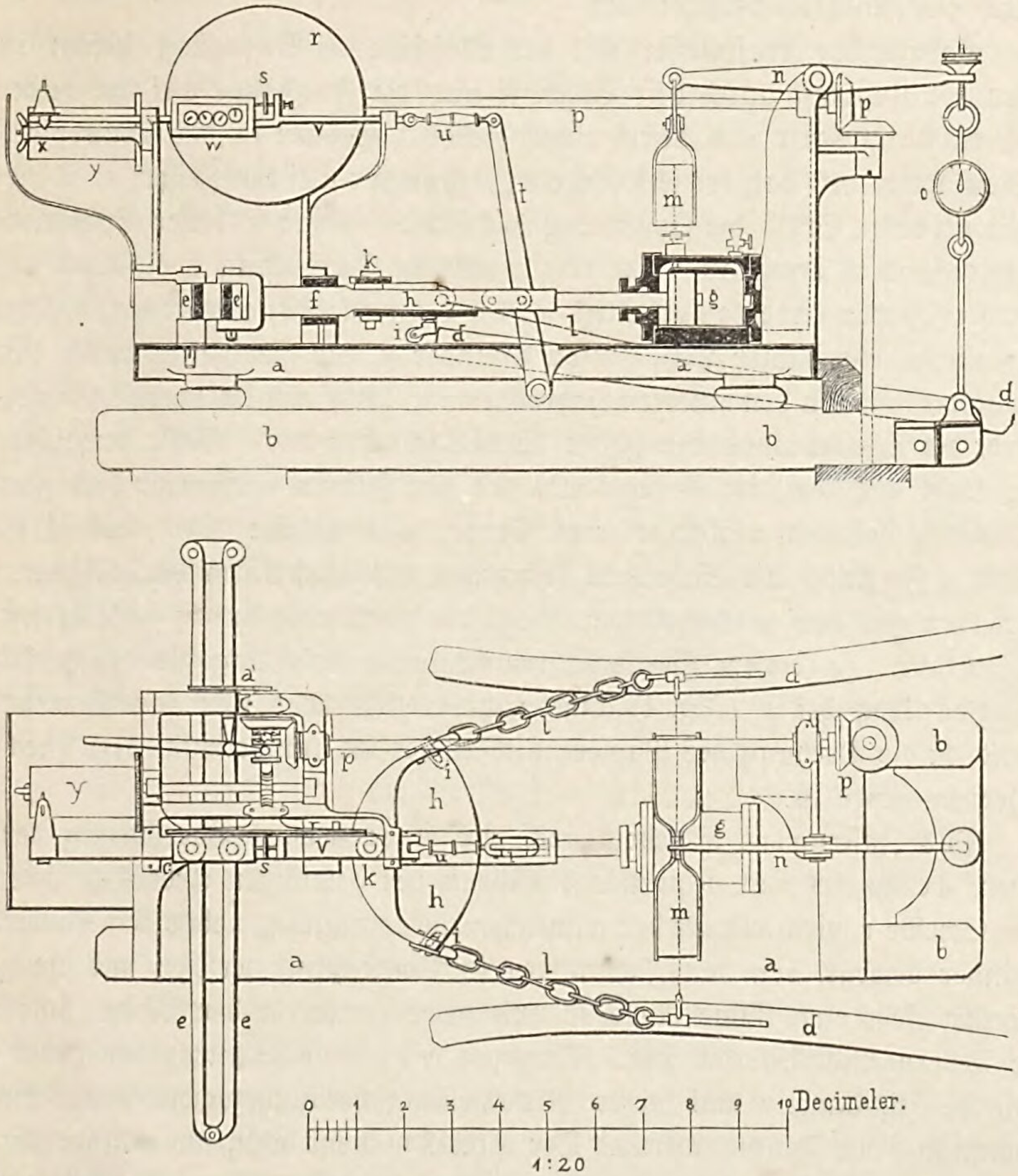


Fig. 4. Dynamometer von Eastons & Anderson.

d des auf seine Zugkraft zu prüfenden Fuhrwerkes in Verbindung. Der Erfinder dieses Dynamometers legte besonderen Werth darauf, daß die Einhängung des Instrumentes unter fast gleichen Umständen erfolgt wie die Anschirrung eines Pferdes; der Bügel h vertritt die Stelle des Kummets und überträgt nur den Horizontalzug auf die Federn, während die verticale Componente der geneigt wirkenden Zugkraft durch die Laufrollen

i aufgenommen wird. Der schmiedeeiserne Bügel m, welcher durch Ketten mit beiden Hälften der Gabeldeichsel in Verbindung steht, ist an dem inneren Ende des Hebels n aufgehängt, an dessen anderer Seite eine Federwage o angebracht ist. An dieser kann man den Verticaldruck ablesen, welchen die Deichsel zu erleiden hat, d. h. das Gewicht, mit welchem die Pferde durch die Maschine belastet sind.

Sobald der Kraftmesser mit der Maschine in Bewegung gesetzt ist, wird die Zugkraft durch den Bügel h und die Zugstange auf die beiden Federn übertragen und durch einen Hebel t, welcher in der Grundplatte seinen Drehpunkt hat, sowie durch die Zugstange v auf den Zeiger x. Dieser zeigt an einer Skala die Spannung der Federn bez. den dieser Spannung entsprechenden Druck an. Um eine graphische Darstellung des Zuges und der verrichteten Arbeit zu erhalten, ist bei x ein Bleistift angebracht, welcher auf einem mit Papier umspannten Cylinder y, der gleichzeitig durch eine Transmission von den hinteren Fahrrädern in langsame Umdrehung versetzt wird, die Oscillationen der Feder überträgt. Auf diese Weise verzeichnet der Stift auf dem, im Voraus mit den den Federn entsprechenden Zugordinaten bedruckten Papier eine Curve, aus welcher man sowohl die mittlere Zugkraft mit Sicherheit bestimmen als auch durch Multiplication derselben mit dem zurückgelegten Wege die verrichtete Arbeit sogleich feststellen kann. Zu diesem Zwecke ist eine Registrirvorrichtung für den zurückgelegten Weg bei a' (Fig. 4) angebracht, welche aber nur zur Controlle dient, da die Drehung des Papiercylinders bereits proportional dem durchfahrenen Wege ist.

Das Instrument ist jedoch noch mit einer zweiten Vorrichtung versehen, welche ein weit bequemeres Ablesen der geleisteten Arbeit gestattet. Die Scheibe r wird mittelst der nämlichen Uebertragung, welche den Papiercylinder bewegt, von den Fahrrädern in Umdrehung versetzt; mit ihr in Contact steht eine kleine Rolle s, und zwar genau in der Mitte, sobald die Federn nicht belastet sind. Dagegen wird dieselbe durch den Hebel t und die Zugstange v aus dieser Mittelstellung herausgezogen, sobald eine Spannung der Federn eintritt. Der Knebel u dient dazu, die richtige Einstellung der Rolle s bei unbelasteten Federn zu bewirken. In letzterem Falle wird die Rolle nicht bewegt, wohingegen sie, wenn sie aus dem Mittelpunkte der Scheibe r rückt, von dieser in Drehung versetzt wird. Die Umdrehungsgeschwindigkeit von s ist abhängig 1) von der Entfernung der Rolle von dem Mittelpunkte von r, also von dem auf die Rolle einwirkenden Zug, 2) von der Tourenzahl der Scheibe r, d. h. von der Fahrgeschwindigkeit des Instrumentes. Bezeichnet P die Zugkraft, S den zurückgelegten Weg und U die Umdrehungen des Rädchens s, so ist

$$P\,S = k\,U \text{ und } P = k\frac{U}{S},$$

wenn k eine Constante bedeutet, welche für jedes Instrument besonders ermittelt werden muß[1]).

Vorausgesetzt wird hierbei selbstverständlich, daß die Rolle s durchaus nicht gleitet, sondern sich entsprechend der Umdrehungsgeschwindigkeit von r und dem veränderlichen Abstande von dem Mittelpunkte dieser Scheibe stetig dreht. Es erfordert dies somit die genaueste Ausführung und Behandlung des Instrumentes. Namentlich würde aber ein solches Gleiten sofort eintreten, wenn starke Veränderungen der Zugkraft, welche einen plötzlichen Ausschlag des Hebels t und der Stange v zur Folge haben, wie solche eintreten, wenn das Instrument oder die Arbeitsmaschine auf ein Hinderniß antrifft, auf die Rolle s übertragen werden. Um dieses zu verhindern, ist der mit Oel gefüllte Cylinder g angebracht, in welchem sich als Verlängerung der Zugstange ein Kolben verschiebt. In Folge der Bewegung des Kolbens wird das Oel durch den Verbindungscanal beider Kolbenseiten, dessen Querschnitt wesentlich kleiner ist als der Cylinderquerschnitt, gepreßt. Bei plötzlichem, schnellem Verschube des Kolbens kann die Flüssigkeit nicht mit der entsprechenden, weit größeren Geschwindigkeit nach der anderen Kolbenseite übertreten; das Oel wirkt demnach wie ein elastisches Polster und fängt die Stöße ab. Bei langsamer Steigerung der Zugkraft erfolgt dagegen ein Uebertreten der Flüssigkeit ohne Schwierigkeit und somit eine Uebertragung dieser Veränderung auf die Rolle s. Mittelst einer Stellvorrichtung kann die Breite des Verbindungscanales regulirt werden, so daß man im Stande ist, entsprechend der Uebertragungsfähigkeit der Rotation von r nach s, die Wirkung des eingeschalteten elastischen Polsters einzustellen.

Für die Prüfung der Mähemaschinen wird dieses Dynamometer mit Hinterrädern von geringerer Spurbreite versehen und ferner derartig eingerichtet, daß die Deichsel der Maschine leicht an dem Instrumente eingehängt werden kann. Gleichzeitig wird eine horizontale Federwage mit der Deichsel in Verbindung gebracht, so daß man im Stande ist, auch den durch die Maschine verursachten Seitenzug unmittelbar abzulesen.

Es sei noch hinzugefügt, daß die Dynamometer nach dem geschilderten

---

1) Ueber die Ermittlung der Constanten durch Rechnung siehe Rühlmann's Allgemeine Maschinenlehre 2. Aufl., Band I, Seite 219. Besser ist es jedoch, dieselbe durch sorgfältige Versuche zu bestimmen, zu welchen der Artikel: Memorandum on the adjustment of dynamometers by Eastons & Anderson in dem Journal of the Royal Agricultural Society of England, II. Series, Band 11, Seite 683 die genaueste Anleitung giebt.

Principe, welches zuerst von den französischen Ingenieuren Morin und Poncelet angegeben wurde, den Namen „totalisirende Dynamometer" führen. Trotz ihrer sinnreichen Anordnung und, eine richtige Behandlung vorausgesetzt, ihrer außerordentlichen Zuverlässigkeit können dieselben nur eine beschränkte Verwendung finden, da die Anschaffungskosten derartig hoch sind (4000 Mark für das beschriebene Instrument), daß eine Benutzung nur über große Mittel verfügenden Corporationen, wie die englische Ackerbau-Gesellschaft, möglich ist[1]).

Die dynamometrische Kurbel. Ein bei der Prüfung landwirthschaftlicher Maschinen häufig benutztes Instrument zum Messen der Betriebskraft rotirender durch eine Kurbel in Bewegung gesetzter Arbeitsmaschinen ist die von Morin erfundene dynamometrische Kurbel Fig. 5. Dieselbe wird auf der Antriebwelle anstatt der sonst angewendeten Kurbel sorgfältig centrirt aufgesetzt und enthält als wichtigsten Theil eine flache innerhalb des Kurbelarmes befestigte Stahlfeder, welche beim Drehen der Welle mittelst des Griffes entsprechend dem ausgeübten Drucke nachgiebt, wodurch die eigentliche lose auf der Achse sitzende Kurbel zur Seite bewegt wird. Diese Bewegung wird durch einen Bleistift (aus der Zeichnung dicht an dem Kurbelgriffe ersichtlich) auf einem Papierstreifen registrirt, welcher, über Walzen ausgespannt, sich gleichzeitig in radialer Richtung verschiebt, so daß, da die Bewegung des Papierstreifens proportional dem von der Kurbel zurückgelegten Wege erfolgt, ein Diagramm, vollständig geeignet zur Berechnung sowohl des mittleren Druckes als auch der geleisteten Arbeit, gezeichnet wird. Zu diesem Zwecke ist es erforderlich, das Papier bei einem zweiten festen Bleistifte vorbeizuführen, welcher derartig eingestellt ist, daß er die Nulllinie auf dem Papier zeichnet. Theilt man das erhaltene Diagramm für eine Kurbelumdrehung bei voller Arbeit der Maschine und beim Leergange in z. B. 10 Theile, so kann man aus den Ordinaten, welche dem an der entsprechenden Drehungsphase ausgeübten Drucke entsprechen, sowohl den mittleren Druck als auch die mittlere Arbeit, und zwar sowohl die Nutzarbeit als auch die schädlichen Widerstände, berechnen. Hierzu muß selbstverständlich bekannt sein bez. im Voraus ermittelt werden, welchem Drucke eine Ausbiegung der Feder (am Bleistifte gemessen) pro Millimeter entspricht. Der in der

---

1) Anstatt mit flachen Federn hat man auch totalisirende Zugdynamometer mit Spiralfedern construirt. Ein derartiges Instrument von Bentall ist in Rühlmann's Allgemeiner Maschinenlehre, Band I, zweite Aufl., Seite 218 abgebildet und beschrieben, während das mit demselben fast übereinstimmende Dynamometer von Eastons & Anderson in der Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers 1876, Seite 201 und Taf. 29—31 dargestellt ist.

Zeichnung dargestellte Hebel mit Handgriff dient dazu, den Verschub des Papieres in Gang zu setzen oder auszulösen; ersteres erfolgt durch ein Schraubenrädchen, welches eine Rollentransmission in Bewegung setzt, und zwar beim Stillstande des auf der Kurbelachse sitzenden Schraubenrades, welches mittelst des Hebels festgehalten werden kann. In diesem Falle wälzt sich das eingreifende Getriebe in den Zähnen des stillstehenden Rades ab und setzt mittelst der Schnurscheiben die Papiercylinder in Umdrehung. Dreht sich dagegen das Schraubenrad mit der Kurbel, so findet keine Uebertragung der Bewegung auf die Papierwalzen statt. Der erwähnte Hebel wird in geeigneter Weise an dem Gestell der zu prüfenden Maschine mittelst einer Seilschlinge befestigt. Das birnenförmige Gewicht dient zur Abbalancirung der Kurbel mit dem Registrirapparate.

So sinnreich der geschilderte Apparat auch erdacht ist, so besitzt er doch mehrere Uebelstände, welche seine Verwendung wesentlich

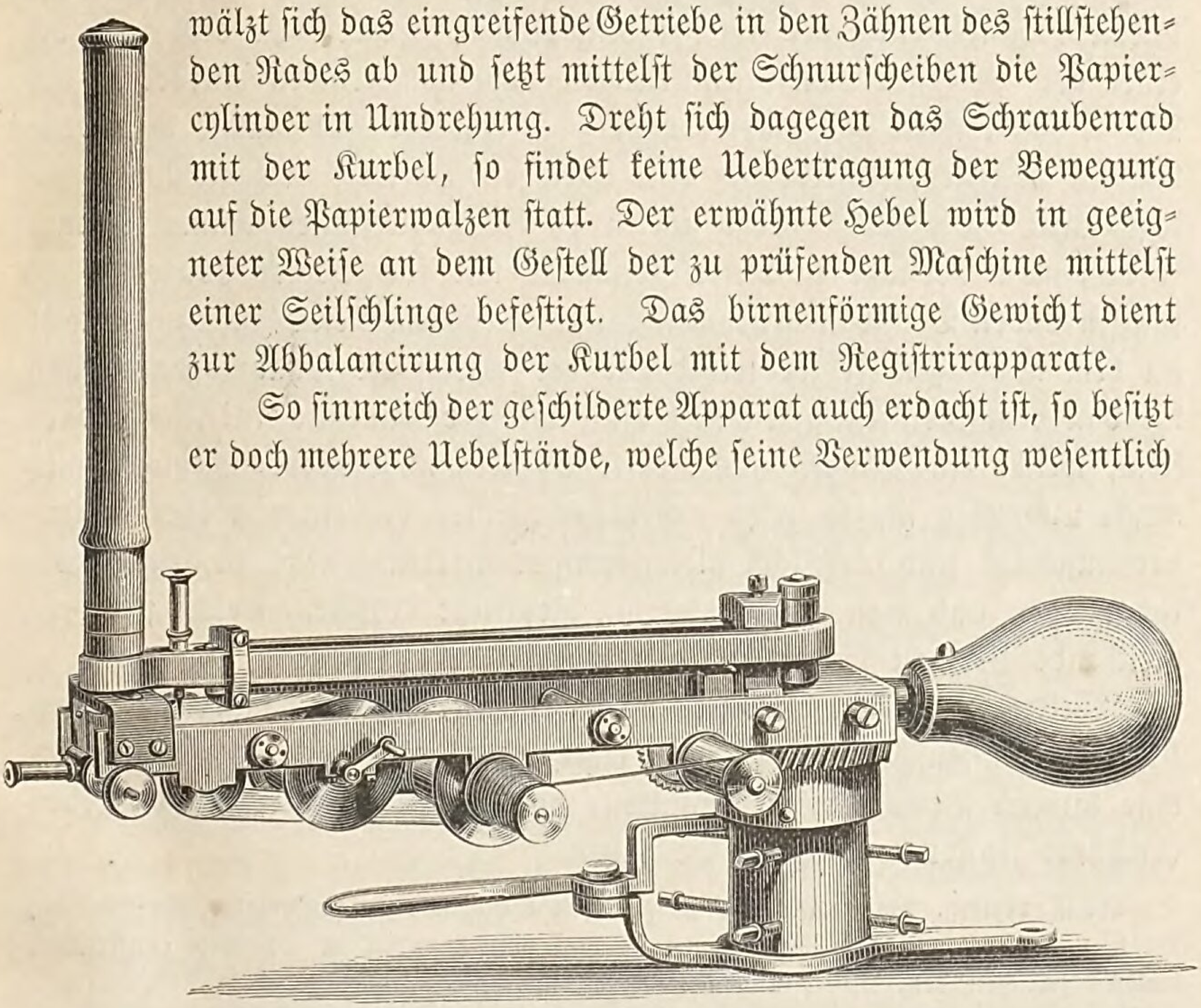


Fig. 5. Dynamometrische Kurbel.

erschweren. Dahin gehört vor Allem, daß stets eine beträchtliche Papierlänge erforderlich ist, wenn man eine größere Anzahl von Diagrammen abnehmen will (0.22 Meter Länge pro Kurbelumdrehung). Es ist aber, wenn man ein zuverlässiges Resultat erhalten will, durchaus erforderlich, den Arbeitswerth nicht aus einem, sondern aus möglichst vielen Diagrammen zu bestimmen, wodurch der Verbrauch an Papier sehr erheblich wird. Ferner ist die Anbringung des Instrumentes an der zu prüfenden Maschine stets eine zeitraubende und erfordert dieselbe viel Uebung Seitens des Experimentirenden; auch kommt es häufig selbst bei sorgfältiger Behandlung vor, daß die Abwicklung des Papieres nicht regelmäßig von Statten geht, wodurch alsdann Zeitverluste und fehlerhafte Resultate entstehen. Es ist dies als die Ursache anzusehen, weßhalb das Instru-

ment eine im Großen und Ganzen nur sehr beschränkte Verbreitung gefunden hat[1]).

In neuerer Zeit sind einige Versuche zur Verbesserung der dynamometrischen Kurbel gemacht worden, und zwar in der Absicht, die eben angeführten Nachtheile derselben zu beseitigen und namentlich eine bequemere Handhabung derselben zu ermöglichen. Es erfolgte dies z. B. bei einer von Professor Wüst construirten dynamometrischen Kurbel in der Weise, daß anstatt das Papier über zwei von der Kurbelachse betriebene Walzen zu leiten, dasselbe um eine durch ein Uhrwerk bewegte Walze gelegt wird. Die Walze dreht sich in 15 bis 20 Minuten einmal herum, so daß man Versuche in dieser Zeitdauer mit fortgesetzter Controlle des stattfindenden Druckes vornehmen kann. Trotzdem dieses Instrument jetzt an dem nämlichen Fehler leidet wie der Burg'sche Dynamograph, daß die von dem Bleistifte gezeichnete Linie mit der Nulllinie eine Fläche darstellt, welche ein Product aus Kraft und Zeit, nicht aber ein solches aus Kraft und Weg ist, so wird sich dieser Fehler bei einer größeren Umdrehungszahl und möglichst gleichförmiger Drehung nicht zu sehr merklich machen und man wird immerhin Resultate erhalten, welche für vergleichende Versuche hinlänglich genau sind.

Weitere angebliche Verbesserungen der Morin'schen dynamometrischen Kurbel[2]) können hier übergangen werden, da dieselben, wenn sie auch eine längere Versuchsdauer gestatten, noch größere Fehler als das eben erwähnte Instrument zur Folge haben.

Anmerkung. Das vollkommenste zur Zeit existirende Dynamometer zur Messung der Betriebskraft von Arbeitsmaschinen ist das von Hartig in Dresden construirte, welches zwischen dem Motor und der Arbeitsmaschine mittelst je einer Riementransmission eingeschaltet wird. Dasselbe registrirt durch die Umdrehungszahl einer Welle unmittelbar die geleistete Arbeit und gestattet die genaueste Ermittlung der mechanischen Leistung. Eine Beschreibung des Hartig'schen Dynamometers giebt u. a. Rühlmann a. a. O. Band I, Seite 232. Der allgemeineren Verwendung zur Prüfung landwirthschaftlicher Maschinen steht nur die Kostspieligkeit des Instrumentes entgegen; es wäre jedoch zu wünschen, daß wenigstens die Maschinen-Prüfungsstationen dasselbe künftighin benutzten. Meines Wissens hat dasselbe für den genannten Zweck nur bei den von dem Erfinder selbst veranstalteten Prüfungen von Futterbereitungsmaschinen in Döbeln 1877 Verwendung gefunden. Vergl. die Schrift: Versuche über Leistung und Arbeitsverbrauch von Futterschneidemaschinen, Schrotmühlen u. s. w. von Dr. E. Hartig, Leipzig 1878.

---

1) Die Morin'sche dynamometrische Kurbel kostet in der sehr guten Ausführung der Mechaniker C. Kraft & Sohn in Wien mit 2 Federn verschiedener Stärke 275 Gulden ö. W.

2) Vergl. Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, Jahrgang 1874, Heft II und die Kritik des dort beschriebenen Instrumentes in dem Technischen Wörterbuche von Karmarsch und Heeren, dritte Auflage, Band II, Seite 716.

B. Die animalischen Motoren.

Einleitung.

Die wichtigsten animalischen Motoren sind der Mensch, das Pferd und das Rind, welche bei uns nahezu ausschließlich zur Erzeugung nutzbarer Arbeit in Verwendung kommen, während in den südlich der Alpen gelegenen Ländern hierzu noch das Maulthier als allgemein benutztes Arbeitsthier tritt. Alle übrigen, zur Arbeit geeigneten Thiere, wie z. B. der Esel oder der Hund, finden zu den landwirthschaftlichen Arbeiten nur eine derartig beschränkte Verwendung, daß sie hier nicht weiter berücksichtigt werden können[1]).

Die animalischen Motoren verrichten ihre Arbeit am vortheilhaftesten bei einem bestimmten Widerstande, einer bestimmten Geschwindigkeit und Zeitdauer. Geringe Abweichungen von diesen für jede Art des animalischen Motors feststehenden Factoren üben freilich keinen erheblichen Einfluß auf die Gesammtleistung aus, wohingegen beträchtliche Steigerungen eines oder zweier der aufgeführten Momente — Arbeitswiderstand, Geschwindigkeit und Zeitdauer — nur auf Kosten der übrigen erfolgen können. Eine gute Vorstellung von den Beziehungen zwischen den drei Momenten erhält man durch die sog. Kraftformeln, welche freilich nur so lange zuverlässig bleiben, als keine erhebliche Abweichungen, also Steigerungen oder Verringerungen der mittleren Werthe, vorkommen und die in Betracht zu ziehenden Individuen nicht von anomaler Beschaffenheit sind.

Die beste Uebereinstimmung mit der Erfahrung zeigt die Maschek'sche Kraftformel, weßhalb dieselbe der nachfolgenden Betrachtung zu Grunde gelegt werden soll.

Bezeichnet W den mittleren Widerstand, v die mittlere (normale) Geschwindigkeit und t die mittlere tägliche Arbeitszeit eines animalischen Motors, so ergiebt sich als mittleres tägliches Arbeitsquantum das Product W v t. Es resultirt nun nach Maschek[2]) für eine andere als die normale Geschwindigkeit v' und eine andere Arbeitsdauer t', vorausgesetzt, daß diese nicht zu beträchtlich von der normalen Geschwindigkeit und Arbeitsdauer abweichen, der Widerstand

$$W' = W\left(3 - \frac{v'}{v} - \frac{t'}{t}\right).$$

---

1) Angaben über die Leistung dieser Thiere habe ich in Fühling's landwirthschaftlicher Zeitung, Jahrgang 1878, Seite 531 veröffentlicht, aus welcher Arbeit auch der größere Theil für diesen Abschnitt verwerthet wurde.

2) Maschek, Theorie der menschlichen und thierischen Kräfte; Prag 1842. Vor

Setzen wir z. B. die mittlere Zugkraft eines Pferdes beim geradlinigen Fortschreiten auf horizontaler Bahn = 60 Kilogramm, die mittlere Geschwindigkeit = 1.10 Meter pro Secunde und die tägliche Arbeitsdauer = 8 Stunden, so ergiebt sich durch Einsetzung dieser Werthe in die ursprüngliche Formel

$$W' = 60\left(3 - \frac{v'}{1.10} - \frac{t'}{8}\right).$$

Um die Art der Benutzung dieser Formel darzulegen, nehmen wir an, daß der Widerstand der Fortbewegung von 60 auf 80 Kilogramm steige, während die Gangart (Geschwindigkeit) die nämliche bleiben soll. Die Formel lautet jetzt

$$80 = 60\left(2 - \frac{t'}{8}\right) \text{ oder}$$

$$t' = 5.33 \text{ Stunden,}$$

d. h. bei Vergrößerung des Widerstandes auf 80 Kilogramm und Beibehaltung der normalen Geschwindigkeit von 1.10 Meter kann ein Pferd nur 5.33 Stunden täglich in normaler Anstrengung arbeiten.

Vermindert sich dagegen der Widerstand auf 40 Kilogramm, so ergiebt sich unter Beibehaltung der vortheilhaftesten Geschwindigkeit

$$40 = 60\left(2 - \frac{t'}{8}\right) \text{ oder}$$

$$t' = 10.66 \text{ Stunden.}$$

Der Pferdetag würde somit bei Reducirung des Widerstandes auf 40 Kilogramm 10.66 Stunden betragen. Soll dagegen der Arbeitstag der normale bleiben, so haben wir

$$40 = 60\left(2 - \frac{v'}{1.10}\right)$$

und $v' = 1.46$ Meter.

Für $W' = 0$, d. h. leergehend, ergiebt sich bei unveränderter Geschwindigkeit

$$0 = 60\left(2 - \frac{t'}{8}\right)$$

also $t' = 16$ Stunden.

Wird $W' = 0$ und $t' = 0$, so ergiebt sich

$$v' = 3.30 \text{ Meter.}$$

Diese Geschwindigkeit könnte also das normale Pferd auf ganz kurze Dauer im Leergange entfalten.

Wird $v' = 0$ und $t' = 0$, so resultirt

$$W = 180 \text{ Kilogramm.}$$

Es ist dies der Widerstand, welchen ein Pferd beim Anziehen auszuüben vermag, der jedoch bei noch vermehrter Anstrengung, z. B. wenn das Pferd stark getrieben wird, erfahrungsmäßig bis auf das Doppelte gesteigert werden kann.

Will man mit Hülfe der Maschek'schen Formel ermitteln, wie lange ein Pferd

---

der Veröffentlichung der M.'schen Arbeit wurde zur Feststellung der oben behandelten Beziehung gewöhnlich die Gerstner'sche Formel

$$W' = W\left(2 - \frac{v'}{v}\right)\left(2 - \frac{t'}{t}\right)$$

benutzt, welche jedoch eine noch beschränktere Uebereinstimmung mit der Erfahrung zeigt als Maschek's Formel.

einen Widerstand von 75 Kilogramm bei 0.50 Meter Geschwindigkeit und bei normaler Anstrengung überwinden kann, so ist zu setzen

$$75 = 60 \left(3 - \frac{0.50}{1.10} - \frac{t'}{8}\right),$$

woraus sich ergiebt

$$t' = 10.36 \text{ Stunden.}$$

Abgesehen von dem Arbeitswiderstande, der Geschwindigkeit und der Zeitdauer der Arbeit wird die Leistung der animalischen Motoren noch von einer großen Anzahl von Factoren beeinflußt, welche die Leistung wesentlich modificiren können. Die wichtigsten derselben sind das Alter, Geschlecht, die Art der Ernährung und das Klima; ferner die Eintheilung der Arbeit, namentlich auch die Vertheilung der Ruheperioden zwischen der Arbeit, die Art der Arbeit und endlich die Gewohnheit und Willenskraft des Individuums. Am deutlichsten tritt die Verschiedenheit der Leistung bei dem Menschen hervor, da dieser die Arbeit in der mannigfaltigsten Weise zu verrichten im Stande ist und auch die Willenskraft desselben weit energischer zum Ausdrucke gelangt als bei den Thieren. Demnächst folgt das Pferd, dessen Leistung freilich auch nicht annähernd die gleichen Abweichungen von der normalen zuläßt als diejenige des Menschen, trotzdem auch hier Alter, Race, Gewöhnung, Ernährung einen erheblichen Einfluß auf die Leistung ausüben. Noch mehr zurück treten die individuellen Verschiedenheiten der Arbeitsleistung bei den übrigen landwirthschaftlichen Arbeitsthieren, dem Maulthiere, Esel und namentlich dem Rinde.

a) Der Mensch.

1. Die Leistung des Menschen.

Die Muskelarbeit des Menschen, so unrationell ihre Verwendung auch sein mag, wo bei verlangter Massenproduction oder Massenbewegung immer gleichmäßige Widerstände zu überwinden sind, zeichnet sich gegenüber der Arbeit der Thiere und selbstverständlich auch der Elementarkräfte vornämlich dadurch aus, daß sie stets mit der Verstandesarbeit Hand in Hand geht. Hierdurch ist der Mensch vor Allem zu solchen Arbeiten befähigt, bei welchen sich Hindernisse der mannigfaltigsten Art der gleichmäßigen Arbeit entgegenstellen, die zu überwinden weder das Thier noch die Maschine qualificirt ist. Es lassen sich eine Reihe von Beispielen aufführen, wo die Arbeit des Menschen in dem Falle anstatt der Maschinenarbeit und der Thierarbeit in Anwendung kommt, daß die

Hindernisse, welche sich der gleichmäßigen Leistung entgegenstellen, eine gewisse Grenze überschreiten. Die bekanntesten hierfür sind die verschiedenen Systeme der Bodenbearbeitung und des Transportes, wo, je nachdem bei der Arbeit vorwiegend gleichmäßige oder ungleichmäßige Widerstände zu überwinden sind, die Dampfkraft, die Spannkraft und die menschliche Arbeitskraft in Anwendung gebracht werden. Diese letztere, und zwar nicht nur die Verstandesarbeit bei der Leitung der Maschinen, sondern auch die Muskelarbeit (bez. die Schwere) werden niemals vollständig durch Maschinen ersetzt werden können, selbst wenn diese noch so sehr vervollkommnet werden. Wo das Saumthier auf schwindeligem Pfade nicht mehr im Stande ist, seine Last mit Sicherheit zu tragen, da tritt an dessen Stelle als vollkommenste Transportmaschine der Mensch, indem er die Last auf den Schultern unter den ungünstigsten Verhältnissen fördert. Ebenso überwindet bei der Bodenbearbeitung der Arbeiter mit dem Spaten alle nur möglichen Hindernisse, wo der Spannpflug, durch Pferde oder Ochsen gezogen, geschweige denn der Dampfpflug, längst ihren Dienst versagt haben.

Bei dem Betriebe landwirthschaftlicher Maschinen durch die menschliche Arbeitskraft dient als übertragendes Glied zumeist die Kurbel, durch welche der Arbeiter im Stande ist, eine Welle unmittelbar in rotirende Bewegung zu versetzen. Gewöhnlich nimmt man an, daß ein normal gebauter und genährter Arbeiter im Stande ist, durch Drehung an der Kurbel eine Kraft von 8 Kilogramm bei einer mittleren Geschwindigkeit von 0.75 Meter pro Secunde auszuüben. Es resultirt hieraus eine secundliche Leistung von 6 Meterkilogramm oder bei einer täglichen Arbeitsdauer von 8 Stunden eine Tagesleistung von

172,800 Meterkilogramm.

Rühlmann[1]) stellt nach sehr sorgfältigen eigenen und fremden Messungen für andauernde Leistung gut genährter Menschen bei unmittelbar durch die Hand gedrehten Kurbeln folgende Durchschnittswerthe auf:

	Accordarbeit bei sehr continuirlicher Thätigkeit.	Tagelohnarbeit und Accordarbeit mit vielen Stillständen.
Kraft in Kilogramm	10	8
Geschwindigkeit in Metern pro Secunde . . .	1.0	0.781
Arbeit pro Secunde in Meterkilogramm . . .	10	6.25
Tägliche Arbeitsdauer in Stunden	8	8
Tägliche Totalleistung in Meterkilogramm. . .	288,000	180,000

1) Allgemeine Maschinenlehre Band I, 2. Auflage, Seite 287; Braunschweig 1875.

Die Arbeit des Menschen an einem Hebel, wie solche bei den Handgeräthen, den Pumpen, bei den älteren Strohschneidestühlen und ähnlich angeordneten Maschinen in Uebung ist, ergiebt eine geringere Leistung als die Kurbelarbeit. Am vortheilhaftesten stellt sich dieselbe, wenn der Arbeiter die Aufgabe hat, den Hebel herabzudrücken oder zu ziehen, da er in diesem Falle theilweise mit seiner Körperschwere wirkt, auch die Armmuskeln beim Ziehen erheblich günstiger in Anspruch genommen werden als beim Stoßen. Nach den Beobachtungen Morin's beträgt die Leistung des Menschen am Hebel bei andauernder Arbeit (8 Stunden täglich) 5 Kilogramm mit einer secundlichen Geschwindigkeit von 1.10 Meter, also 5.50 Secunden-Meterkilogramm, wonach sich die tägliche Gesammtleistung auf

$$3600 . \ 8 . \ 5.50 = 158{,}400 \text{ Meterkilogramm}$$

ergiebt.

Betrachten wir den Organismus des Menschen als eine Wärmemaschine, welche in der Nahrung eine bestimmte Menge Wärme aufnimmt, so sind wir im Stande, einen Vergleich zu ziehen zwischen dem Wirkungsgrade der menschlichen Arbeitskraft und demjenigen anderer calorischer Maschinen. Es ist hierzu erforderlich, die Wärmemenge zu bestimmen, welche aus der Oxydation des in den Nahrungsmitteln enthaltenen Kohlenstoffes in Kohlensäure und des Wasserstoffes in Wasserdampf resultirt.

Nach neueren physiologischen Untersuchungen verbrennt ein kräftiger Mann in mittlerem Alter innerhalb 24 Stunden 0.230 Kilogramm Kohlenstoff zu Kohlensäure und 0.018 Kilogramm Wasserstoff zu Wassergas. Durch das Verbrennen von 1 Kilogramm Kohlenstoff werden 8080 Wärmeeinheiten erzeugt, durch das Verbrennen von 1 Kilogramm Wasserstoff 34,462 Wärmeeinheiten. Demnach ergiebt sich aus der Ernährung des Menschen in 24 Stunden folgende Verbrennungswärme:

Kohlenstoff: $0.230 \times 8080 = 1858.40$ Wärmeeinheiten,
Wasserstoff: $0.018 \times 34{,}462 = 620.32$ „
Zusammen 2478.72 Wärmeeinheiten.

Da eine Wärmeeinheit der mechanischen Arbeit von 424 Meterkilogramm entspricht, so müßte sich die tägliche Leistung des Menschen als

$$2478.72 \times 424 = 1{,}050{,}977 \text{ Meterkilogramm}$$

ergeben.

Vergleichen wir dieses Resultat mit den angegebenen thatsächlichen Leistungen, so erhalten wir den Wirkungsgrad der menschlichen Arbeitskraft wie folgt:

1. Accordarbeit bei sehr continuirlicher Thätigkeit $\frac{288{,}000}{1{,}050{,}977} = 0.27$

2. Tagelohnarbeit . . . . $\frac{180{,}000}{1{,}050{,}977} = 0.17$

3. Arbeit am Hebel . . . . $\frac{158{,}400}{1{,}050{,}977} = 0.15.$

Wenn die Nutzwirkung des Menschen, wie sie sich aus den durch die Nahrung aufgenommenen Mengen Kohlenstoff und Wasserstoff ableitet, anscheinend niedrig ist, so ist zu berücksichtigen, daß trotzdem der Mensch (und in gleicher Weise die Arbeitsthiere, wie weiter unten bei Besprechung des Pferdes gezeigt werden soll) einen erheblich

günstigeren Nutzeffect liefern als gut construirte Dampfmaschinen. So erfordert z. B. eine landwirthschaftliche Locomobile durchschnittlich 3.5 Kilogramm Steinkohle pro Stunde und Pferdekraft, und es kann angenommen werden, daß die Verbrennung von 1 Kilogramm Steinkohle 7500 Wärmeeinheiten liefert. Danach ist der Arbeitswerth von 3.5 Kilogramm Steinkohle

$$3.5 \times 7500 \times 424 = 11{,}130{,}000 \text{ Meterkilogramm},$$

während thatsächlich die Maschinen-Pferdekraft einer stündlichen Leistung von

$$75 \times 3600 = 270{,}000 \text{ Meterkilogramm}$$

entspricht.

Hiernach stellt sich bei einer Locomobile guter Construction und in gutem Betriebe der Wirkungsgrad des Brennmaterials gleich

$$\frac{270{,}000}{11{,}130{,}000} = 0.024,$$

also etwa 10mal so ungünstig als im menschlichen Organismus!

---

2. Die Mittel zur Nutzbarmachung der menschlichen Arbeitskraft.

Die Leistung des Menschen an der Kurbel, am Hebel u. s. w. wird selbstverständlich von der mehr oder minder zweckmäßigen Anordnung des Receptors abhängen, weßhalb eine Besprechung der wichtigeren Mittel zur Uebertragung der menschlichen Arbeitskraft auf Maschinen erforderlich ist.

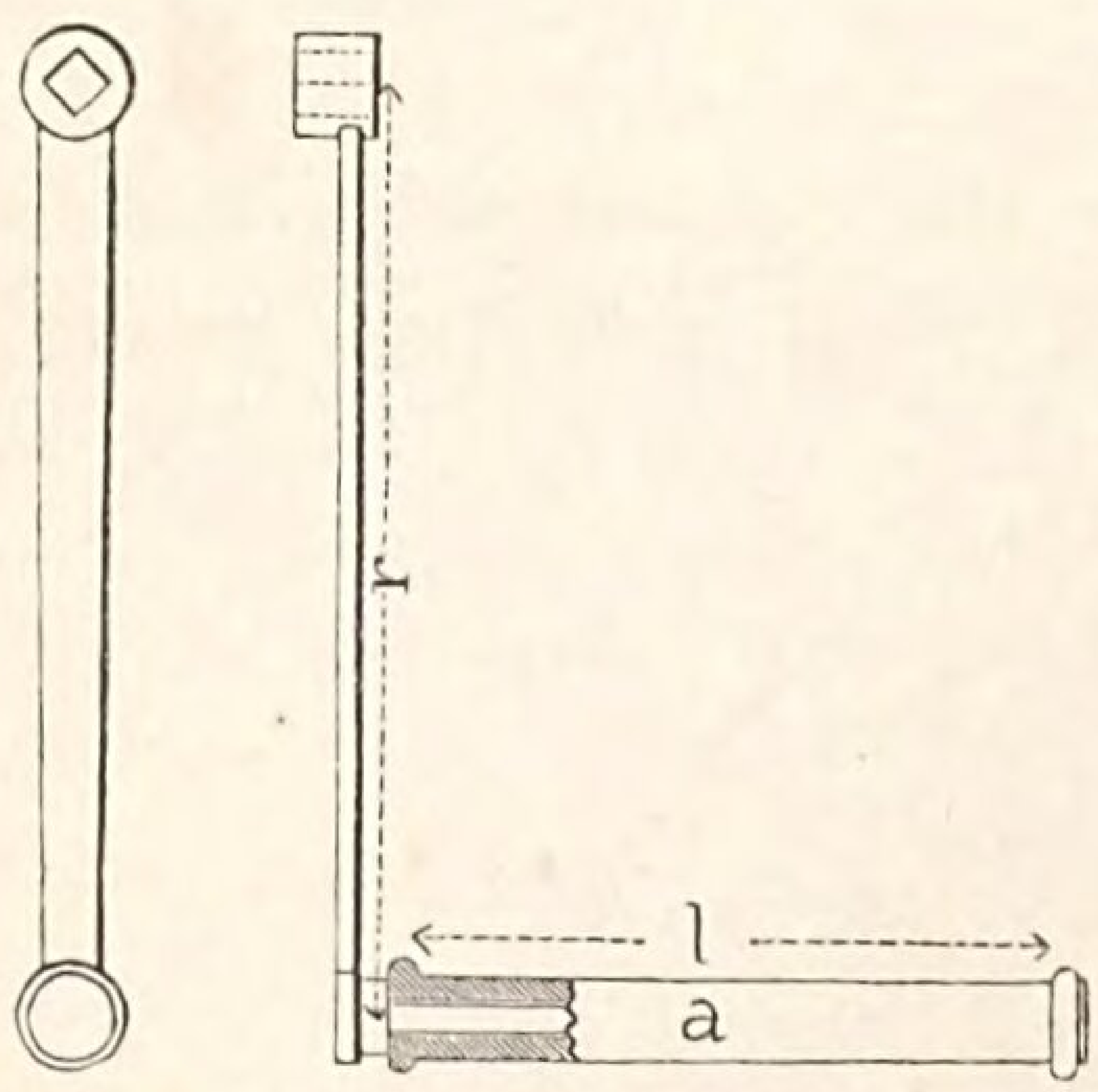


Fig. 6. Kurbel zum Handbetriebe.

Die **Kurbel**, Fig. 6 in der Vorder- und Seitenansicht dargestellt. Der Handgriff a wird aus Holz gefertigt und muß auf dem eisernen Kurbelzapfen lose drehbar sein, weil andernfalls die Hände während der Drehung am Umfange des Griffes gleiten müssen. Die Kurbel erhält passend folgende Abmessungen

für einen Arbeiter: Radius r = 0.30 bis 0.35 Meter, Länge des Handgriffes l = 0.30 bis 0.33 Meter;

für zwei Arbeiter: r = 0.35 bis 0.40 Meter, l = 0.40 bis 0.48 Meter.

Fig. 7. Kurbel in Verbindung mit einem Schwungrade, eine für Futterbereitungsmaschinen sehr beliebte Anordnung.

Bei den meisten, durch Vermittlung einer Kurbel in Bewegung gesetzten Arbeitsmaschinen ist der Widerstand während der vollen Kreisdrehung, also bei jeder Stellung der Kurbel, der nämliche, wie z. B. bei der Arbeit einer Schrotmühle, einer Haferquetsche, eines Rübenschneiders u. s. w. Nur die Häckselmaschine macht hiervon eine Ausnahme, sowohl wenn sie mit **einem** als auch wenn sie mit **zwei** Messern am Schwung-

rade ausgerüstet ist. Bei einer Häckselmaschine nach dem Lester'schen Systeme mit einem Messer am Schwungrade (Fig. 8) ist während der kurzen Drehungsphase von a nach b, in welcher der Schnitt erfolgt, die eigentliche Arbeit zu verrichten, während der übrige Theil der Kurbeldrehung von b nach a in der Pfeilrichtung nahezu im Leergange der Maschine vollzogen wird, da hier nur die im Vergleiche zu dem Widerstande bei dem Schnitte sehr geringe Arbeit des Strohvorschubes zu bewerkstelligen ist. Man ordnet demnach die Kurbel derartig an, daß sie die für die Arbeit günstigste Stellung besitzt, wenn der Schnitt beginnt, also in einer Stellung, bei welcher der Arbeiter außer mit seinen Armmuskeln noch mit seinem Körpergewichte einen Druck auf die Kurbel auszuüben vermag. Fig. 8 zeigt diese Stellung der Kurbel für das in Wirkung kommende

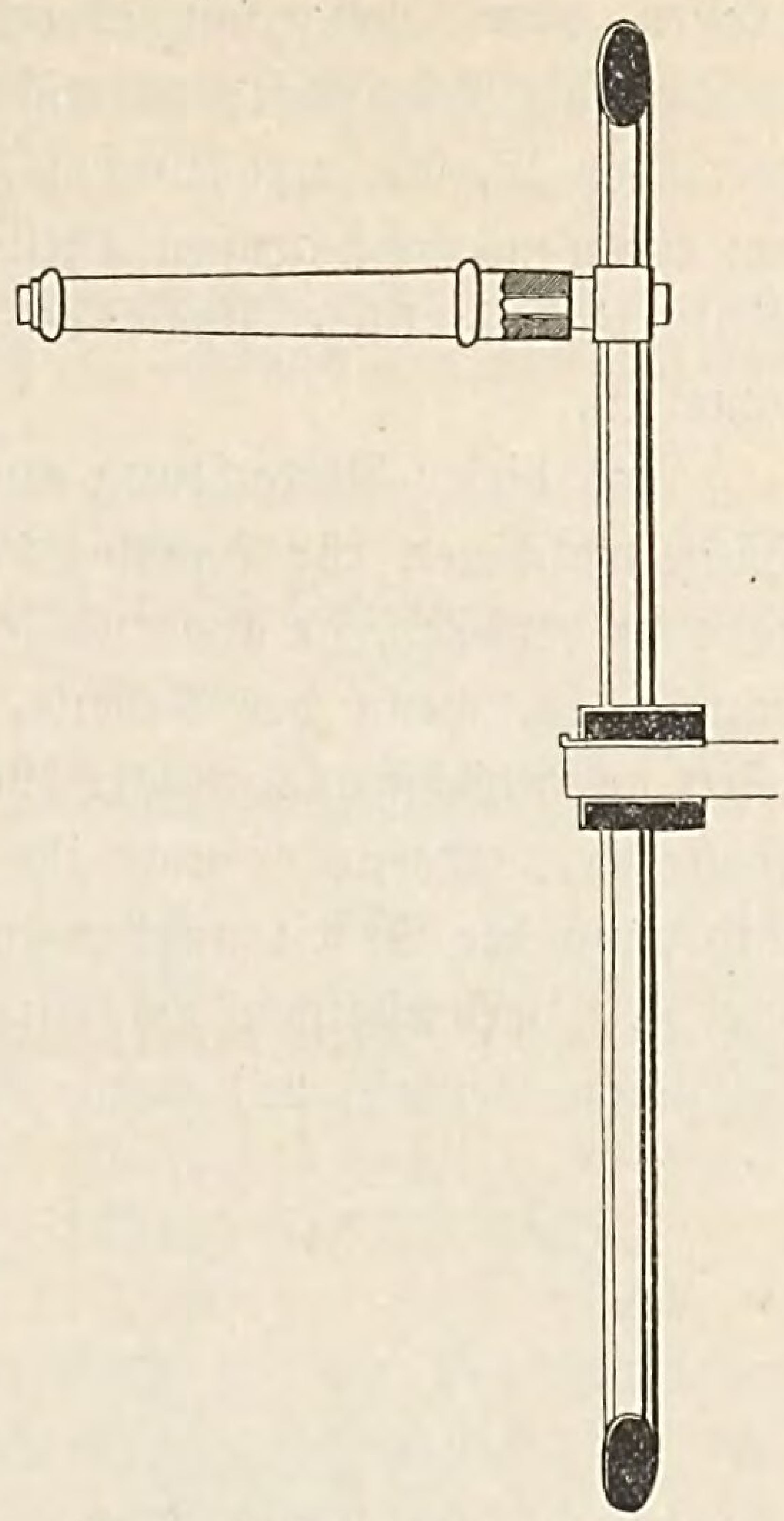


Fig. 7. Schwungrad mit Kurbel.

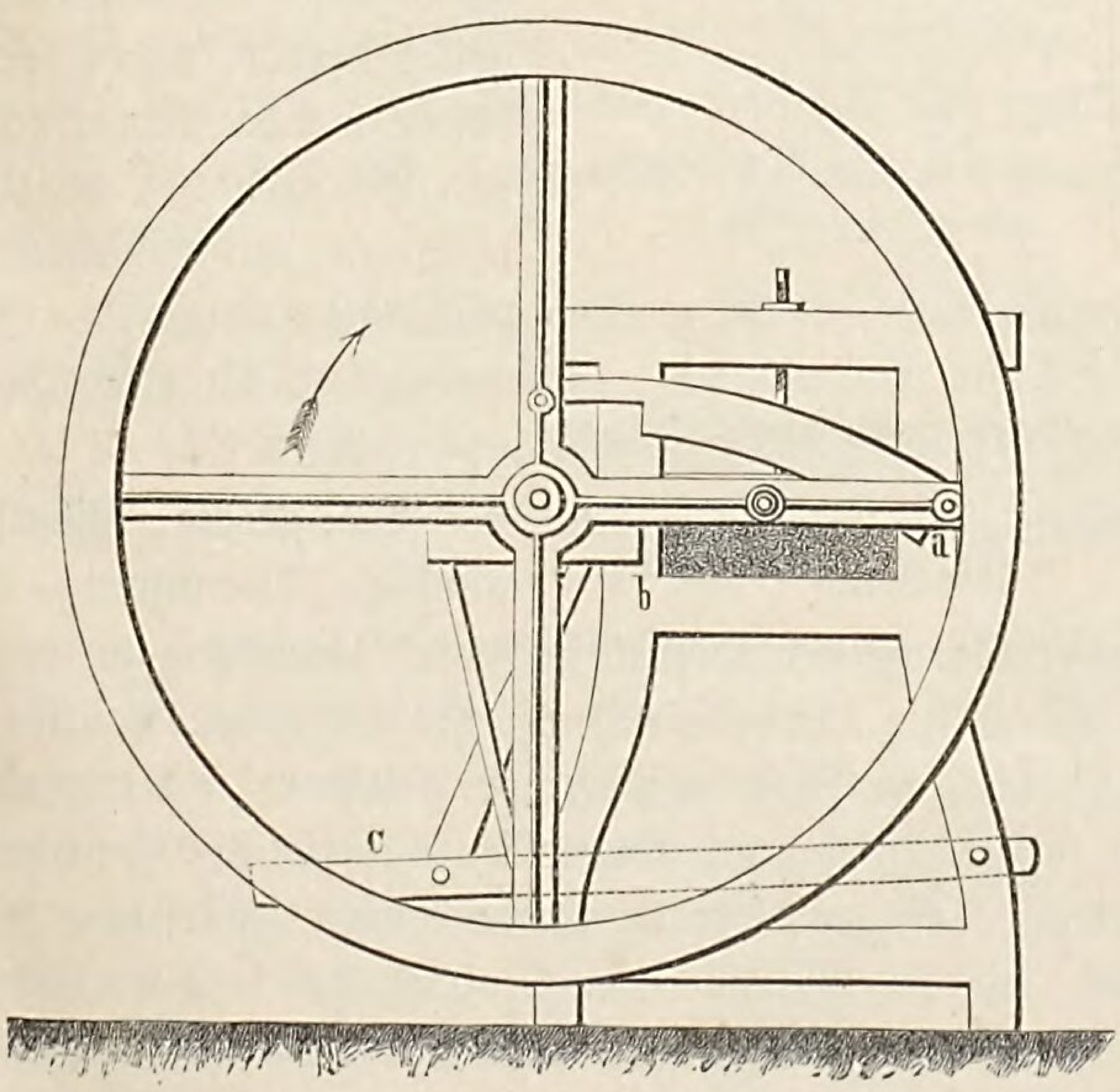


Fig. 8. Lester'sche Häckselmaschine.

Messer. Im Uebrigen ist es erforderlich, derartige Arbeitsmaschinen, bei welchen die Nutzarbeit nur während eines Theiles der Kurbeldrehung zu verrichten ist, mit verhältnißmäßig schweren Schwungrädern zu versehen, um einen möglichst großen Theil der während des Leerganges ausgeübten Kraft für die kurze Phase des auftretenden Arbeitswiderstandes anzusammeln.

Aus dieser Betrachtung muß gefolgert werden, daß es rationell ist, Häckselmaschinen für Handbetrieb mit nur einem Messer am Schwungrade zu versehen, da anderenfalls der volle Arbeitswiderstand auch zu überwinden ist, wenn der Arbeiter die Kurbel in die Höhe zieht. Hierbei wirkt er in höchst ungünstiger Weise, mit den Armmuskeln aufwärtsziehend, während er nicht im Stande ist, seine Körperschwere zur Beförderung der Arbeit nutzbar zu machen. Freilich sind die neueren und zur Zeit verbreitetsten Häckselmaschinen für Handbetrieb (Richmond & Chandler, Bentall) mit zwei Messern am Schwungrade (nach Fig. 9) angeordnet, woraus aber nicht zu folgern ist, daß dies empfehlenswerth sei. Die Thatsache steht auch fest, daß die ländlichen Arbeiter mit Vorliebe die Maschinen des älteren Lester'schen Systemes mit einem Messer betreiben. Noch vortheilhafter wird die Kraftwirkung ausgeübt werden, wenn der zweite Arbeiter, welcher beim Häckselschneiden das Einlegen des Strohes besorgt, während des Schnittes an einem Fußtritte c (Fig. 8) die Wirkung des an der Kurbel drehenden Arbeiters unterstützt.

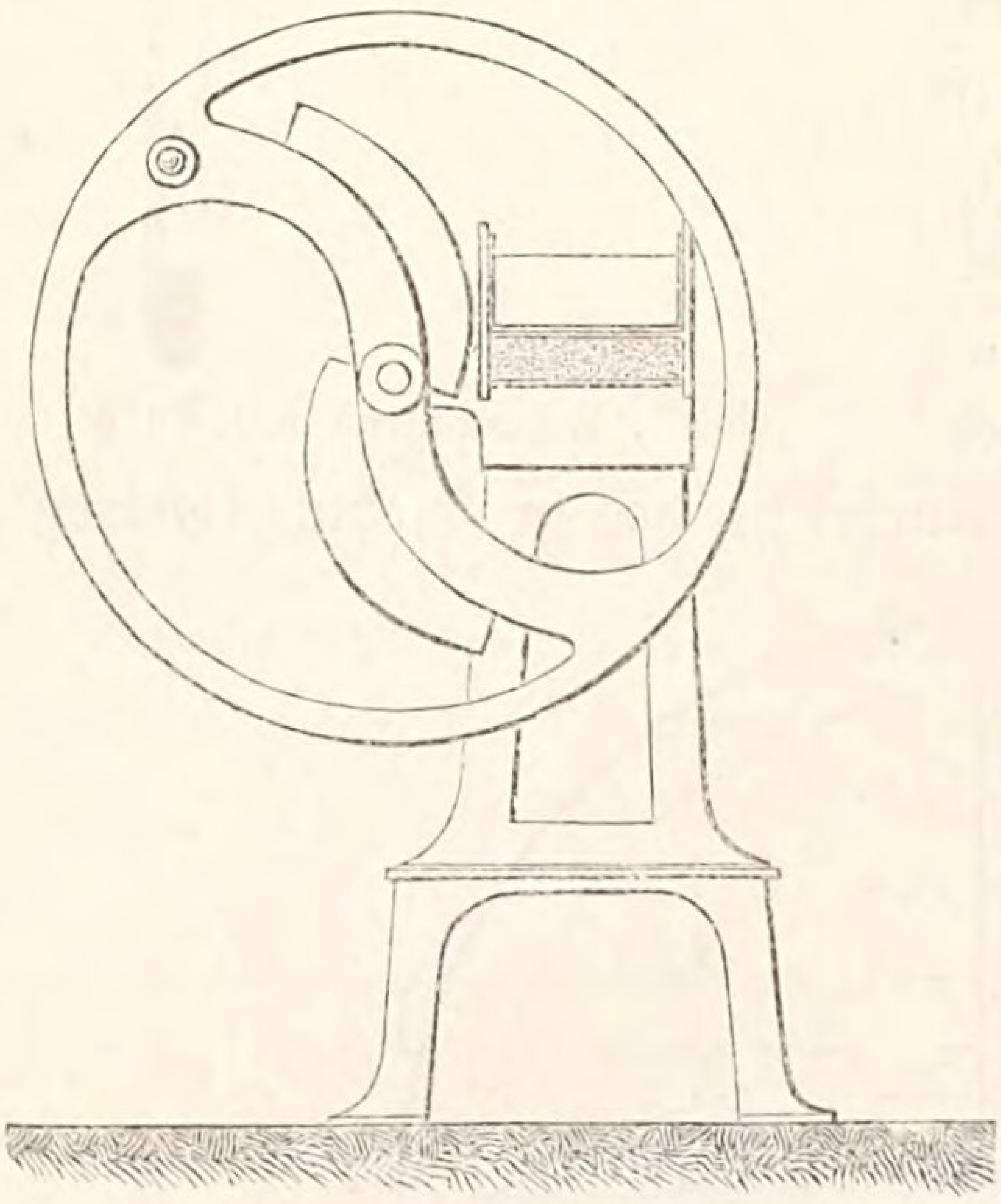


Fig. 9. Häckselmaschine von Richmond & Chandler.

Von größter Wichtigkeit für die günstige Ausnutzung der menschlichen Arbeitskraft an der Kurbel sind die Abmessungen derselben sowie die richtige Wahl der Kurbelmitte, also der Antriebswelle, über dem Fußboden. Liegt diese zu hoch, so muß der Arbeiter die Arme und in manchen Fällen sogar den ganzen Körper in eine für die Kraftwirkung höchst ungünstige Lage bringen; oft ist es in diesem Falle dem Arbeiter gar nicht möglich, die Körperschwere mit wirken zu lassen. Vermehrt wird dieser Uebelstand noch, wenn der Kurbelradius übermäßig groß ist. Liegt dagegen die Achse der Antriebswelle zu niedrig, so muß sich der Arbeiter

bei jeder Umdrehung bücken, wodurch eine frühzeitige Ermüdung eintritt. Auch in diesem Falle würde durch einen großen Kurbelradius der Nachtheil erhöht werden.

Folgende Uebersicht giebt die bezüglichen Abmessungen von sechs (in der Sammlung meiner Lehrkanzel befindlichen) Maschinen, welche sich sämmtlich von einem Arbeiter bequem betreiben lassen:

Nr.	Bezeichnung der Maschine.	Höhe der Antriebswelle über dem Boden. Meter.	Kurbelradius. Meter.	Höchste Kurbelstellung über dem Boden. Meter.	Tiefste Kurbelstellung über dem Boden. Meter.
1	Rübenschneidemaschine von Hornsby	0.860	0.290	1.150	0.570
2	Schrotmühle von Richmond & Chandler . .	0.830	0.350	1.180	0.480
3	Häckselmaschine von denselben	0.830	0.345	1.175	0.485
4	Rübenschneidemaschine von Woods & Cocksedge	0.805	0.310	1.115	6.495
5	Oelkuchenbrecher von denselben	0.790	0.300	1.090	0.490
6	Maisrebler von Clayton & Shuttleworth . .	0.780	0.280	1.060	0.500
	Mittel:	0.816	0.312	1.128	0.504

Die verhältnißmäßig geringen Unterschiede in den hier gegebenen Abmessungen der einzelnen Maschinen machten es nicht möglich, eine derselben als die am vortheilhaftesten angeordnete zu erkennen; die bei angestellten Versuchen zur Ermittlung der besten Anordnung auftretenden Meinungsverschiedenheiten können überdies auch der verschiedenen Größe der Experimentirenden zugeschrieben werden. Als durchaus zweckmäßig und bequem für Arbeiter normaler Größe (zwischen 1.65 und 1.75 Meter) wurden allseitig die ad 2 und 3 aufgeführten Maschinen von Richmond & Chandler anerkannt.

Dagegen wurde die Kurbelanordnung einer (sonst vortrefflich construirten) belgischen Flachsbrechmaschine, bei welcher die Achse der Antriebswelle 0.945 Meter über dem Fußboden angeordnet war, während der Kurbelradius nur 0.257 Meter betrug, allgemein als unvortheilhaft bezeichnet.

Will man eine größere Anzahl von Arbeitern an einer Kurbel wirken lassen, so verbindet man dieselbe zweckmäßig mit einem Gestänge nach der Anordnung Fig. 10. An der Kurbel a greift die Lenkerstange b an, welche mittelst des Handgriffes c hin und her bewegt wird. An diesem werden die zum Betriebe erforderlichen Arbeiter angestellt, so daß sich die Länge des Handgriffes nach der Anzahl derselben richtet. Die Lenkerstange erhält durch die pendelartig aufgehängte Stange d ihre Führung; dieselbe wird entweder an der Decke, wie hier dargestellt, oder am Boden

befestigt. Es leuchtet ein, daß ein Arbeiter an dem Handgriffe c bei Weitem nicht in so günstiger Weise seine Wirkung ausüben kann wie

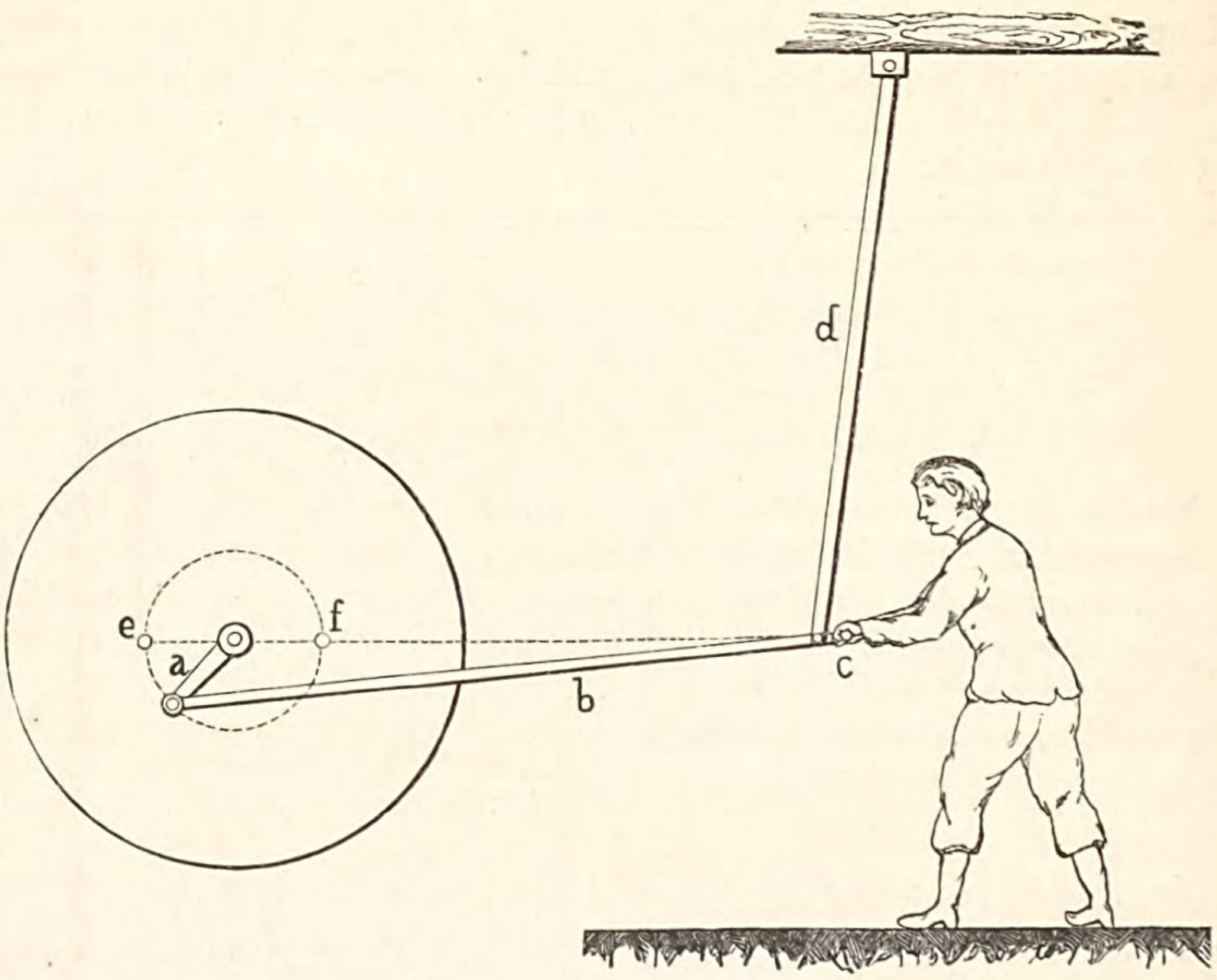


Fig. 10. Arbeit des Menschen an der Kurbel.

direct an der Kurbel a, da er nur in der Richtung der Lenkerstange stoßend oder ziehend wirkt, nicht aber am ganzen Umfange der Kurbel, und da ferner sein Gewicht nicht wirksam gemacht wird. Ueberdies wird an den beiden todten Punkten der Kurbelstellung e und f gar kein Druck auf die Kurbel übertragen. Hier kann demnach die Umdrehung nur durch den Beharrungszustand der in Bewegung befindlichen Masse fortgesetzt werden.

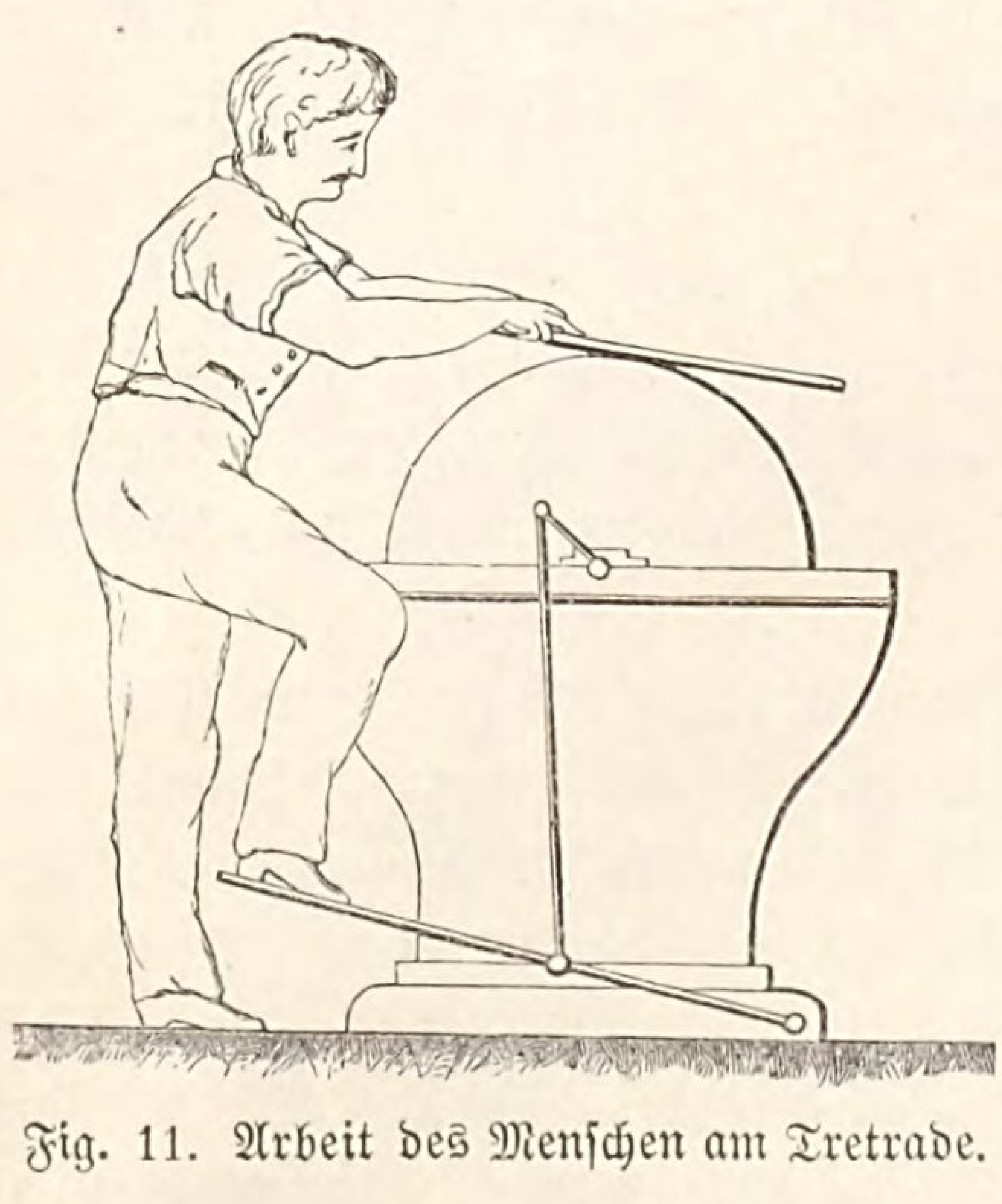


Fig. 11. Arbeit des Menschen am Tretrade.

Noch unvollkommener wird die Anordnung, wenn anstatt der Lenkerstange ein Seil an der Kurbel befestigt wird, an welchem die Arbeiter ziehen, eine Anordnung, die wohl zulässig erscheint, wenn der Arbeitswiderstand nur während einer kurzen Phase der Um-

drehung erfolgt, wie bei dem oben angeführten Beispiele der Häckselmaschine mit einem Messer. Ist dagegen der Widerstand während der ganzen Kurbelumdrehung stets der gleiche, so würde nur bei besonders schweren Schwungrädern diese Art des Betriebs zulässig sein. Als vortheilhaft kann sie jedoch niemals anerkannt werden.

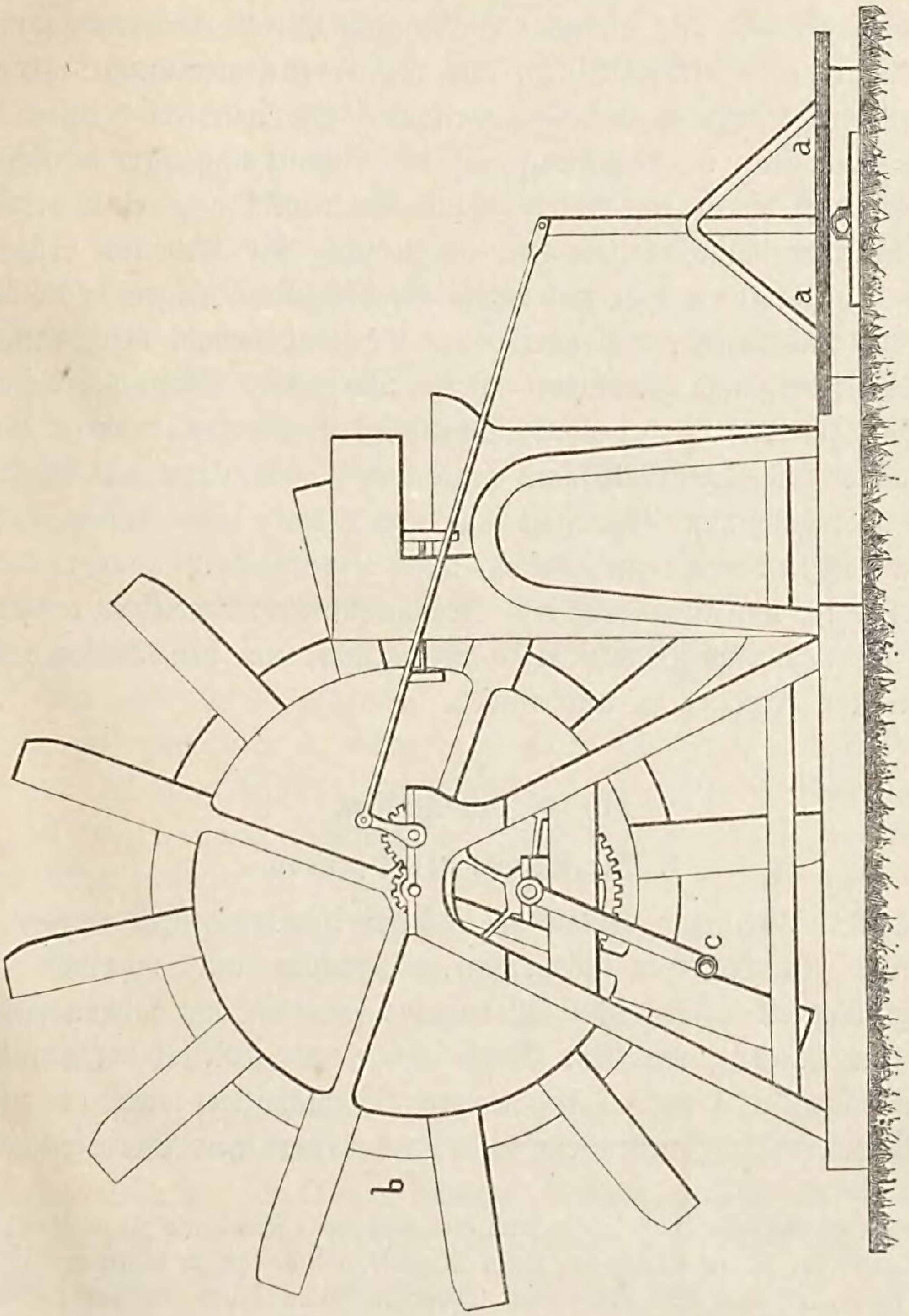


Fig. 12. Arbeit am Tretrade einer belgischen Flachsschwingmaschine.

Das allbekannte Tretrad Fig. 11, wie dasselbe bei Schleifsteinen, Drehbänken, Nähmaschinen, Spinnrädern u. s. w. angewendet wird, ist im Principe die nämliche Anordnung, besitzt somit auch den gleichen Uebelstand. Der Betrieb ist bei demselben nur möglich, wenn mit der

Antriebswelle eine verhältnißmäßig schwere Masse, ein Schwungrad, in Umdrehung versetzt wird, dessen Beharrungszustand die Kurbel sowohl über die todten Punkte hinüber führt, als auch während des Aufsteigens der Kurbel, wo der Arbeiter den Fuß von dem Trittbrette löst, die Fortsetzung der Drehung bewirkt. Von einer vollkommenen Ausnutzung der menschlichen Arbeitskraft durch das Tretrad kann demnach nicht die Rede sein; dasselbe findet aus diesem Grunde auch nur Verwendung zum Betriebe kleinerer Arbeitsmaschinen, wie der bereits genannten, wenn der Arbeiter seine Hände zu anderweitigen Verrichtungen frei behalten muß.

Vortheilhafter in Beziehung auf die Ausnutzung der menschlichen Arbeitskraft ist die in Fig. 12 dargestellte Tretvorrichtung, einer belgischen Flachsschwingmaschine entnommen, bei welcher der Arbeiter vollständig auf dem Trittbrette a steht und durch abwechselndes Neigen des Körpers nach rechts und links mit seinem vollen Gewichte sowohl beim Aufgange wie beim Niedergange der Kurbel wirkt. Die schwere Masse der Schwingscheibe b führt die Kurbel ohne Schwierigkeit über die todten Punkte hinweg. Der Arbeiter behält somit die Hände zum Einlegen des Materials frei, ist aber genöthigt, jetzt nicht nur mit Händen und Füßen, sondern mit dem ganzen Körper zu arbeiten, wozu jedenfalls eine längere Uebung erforderlich ist, um andauernd den Mechanismus in Betrieb zu erhalten[1]). Zumeist ist noch eine Handkurbel c angebracht, um den Einleger durch einen zweiten Arbeiter zu unterstützen.

b) Die Arbeitsthiere.

1. Die Arbeit des Pferdes.

Die Anforderungen, welche an das Arbeitspferd gestellt werden, sind vornämlich ein kräftiger Körperbau, Ausdauer und möglichst große Leistungsfähigkeit. Fernerhin soll dasselbe frei sein von solchen Fehlern, welche den Umgang mit dem Pferde erschweren, wie Widerspänstigkeit, Strangschlagen u. s. w. Für größere Wirthschaften wird es zumeist empfehlenswerth sein, neben einem besonders kräftigen Pferdeschlage für

1) Vom physiologischen Gesichtspunkte aus muß diese Arbeit als die vortheilhafteste bezeichnet werden, da die Ermüdung eines Muskels, welche ihn zu weiteren Leistungen unfähig macht, auf dem Verbrauche von nutzbarem Material und auf der Anhäufung von Zersetzungsproducten beruht, welche bei der Contraction in dem Muskel entstehen. Je größer die Summe der Muskeln ist, auf welche sich die Arbeit vertheilt, um so später tritt demnach der Moment ein, wo der Materialverbrauch so weit vorgeschritten ist und die Anhäufung der Zersetzungsproducte einen solchen Grad erreicht hat, daß dadurch die Muskeln leistungsunfähig werden. Vgl. hierüber: Brücke, Vorlesungen über Physiologie Band I, Seite 494, Wien 1874.

das Lastfuhrwerk, für das Tiefpflügen und Grubbern sowie für den Betrieb der Mähemaschinen, einen mittleren Schlag für leichtere Arbeit, z. B. das Pflügen auf mildem Boden, das Eggen, Häufeln, für nahe Marktfuhren u. s. w. zu halten.

Die Arbeit des Pferdes erfolgt entweder durch Ziehen von Fuhrwerken, Geräthen und Maschinen bei geradlinig fortschreitendem Gange oder durch das Betreiben des Göpels, in welchem Falle das Pferd in einer Kreisbahn läuft bez. eine geneigte Ebene emporklimmt (Tretgöpel). Erstere Arbeit ergiebt unter sonst gleichen Umständen stets eine größere Leistung als die Arbeit am Göpel.

Einen überaus großen Einfluß auf die Leistung des Pferdes, sowohl beim Zuge als auch beim Tretgöpel, übt die Schwere desselben aus. Gewöhnlich wird diese allgemein bekannte Thatsache der zumeist größeren Muskelkraft der schwereren Pferde zugeschrieben. Der Hauptgrund der größeren Leistungsfähigkeit derselben ist aber darin zu suchen, daß das statische Moment der Kraft aus dem Producte: Gewicht des Pferdes multiplicirt mit dem Hebelsarme, d. i. der Entfernung des Hinterfuß-Stützpunktes von dem Schwerpunkte in horizontaler Richtung, gebildet wird, somit die Leistung diesen beiden Factoren, also auch dem Gewichte des Pferdes proportional ist[1]). Das Gewicht des Pferdes ist je nach der Race, dem Alter und Ernährungszustande verschieden und schwankt zwischen 300 und 650 Kilogramm.

Mit dem vollendeten 4. Lebensjahre kann das Pferd zur Arbeit eingestellt und bei angemessener Behandlung, d. h. guter Ernährung und Pflege, 10 bis 15 Jahre hindurch zum Zugdienste verwendet werden. In höherem Alter nehmen die Kräfte derartig ab, daß es nur noch einige weitere Jahre für leichtere Arbeiten benutzbar ist.

Die Gangart des Pferdes ist vorwiegend der Schritt, nur beim Transporte leichterer Fuhrwerke und ganz vereinzelt von landwirthschaftlichen Geräthen und Maschinen, wie z. B. von Eggen und Heuwendern, der Trab. Die Geschwindigkeit des Arbeitspferdes im Schritte variirt zwischen 0.50 und 1.50 Meter in der Secunde; im Durchschnitte beträgt dieselbe 1.10 Meter. Im Trabe kommen derartig verschiedene Geschwindigkeiten vor, daß sich kein Mittelwerth angeben läßt. Ein gutes Pferd, an einem leichten Wagen gespannt, läuft im Trabe ohne besondere Anstrengung mit einer Geschwindigkeit von 2.80 Meter pro Secunde

1) Leichte Pferde beugen sich beim Ziehen schwerer Lasten nach vorwärts, um so durch Vorschiebung ihres Schwerpunktes den Hebelsarm der Kraft zu verlängern, während schwere Pferde in ihrer geraden Haltung verharren. Aus dem gleichen Grunde bückt sich der Mensch beim Ziehen von Lasten.

(10 Kilometer pro Stunde). Auf sehr kurzen Distancen kann die Geschwindigkeit des Pferdes im Trabe erheblich gesteigert werden; so lief z. B. ein Pferd bei dem Trab-Wettrennen in Dexter im Jahre 1866 in 2 Minuten 18 Secunden eine Strecke von 1609 Meter, also 11.66 Meter in der Secunde[1]).

Die tägliche Leistung des Arbeitspferdes beim Ziehen in geradliniger Richtung, also beim Transport von Lasten mittelst Fuhrwerken, beim Pflügen u. s. w. schwankt je nach der Race zwischen 1,500,000 und 2,900,000 Meterkilogramm. Gute Pferde mittlerer Stärke leisten nach den Angaben Tredgold's eine Arbeit von 56 Kilogramm mit einer stündlichen Geschwindigkeit von 4022 Meter (2.5 engl. Meilen) während 8 Stunden, wonach sich die Tagesleistung auf 1,801,856 (rund 1,800,000) Meterkilogramm ergiebt. Sehr kräftige englische Pferde legen bei einem Widerstande von 90 Kilogramm täglich 32 Kilometer zurück, wonach sich die tägliche Leistung auf 2,880,000 Meterkilogramm berechnet.

Courtois suchte eine Beziehung zwischen dem Gewichte des Pferdes und seiner Leistung festzustellen und ergaben seine Messungen die in nachfolgender Uebersicht zusammengestellten Resultate:

Gewicht des Pferdes in Kilogramm.	300	500	700
Zugkraft in Kilogramm	30.58	50.96	71.35
Geschwindigkeit in Metern pro Secunde.	1.00	1.00	1.00
Arbeit pro Secunde in Meterkilogramm.	30.58	50.96	71.35
Tägliche Arbeitsdauer in Stunden	10	10	10
Tägliche Totalleistung in Meterkilogramm	1,100,880	1,834,560	2,568,600

1) Für die landwirthschaftlichen Arbeiten haben derartige Angaben kein anderes Interesse, als daß sie darlegen, in welchem Grade das Pferd durch angemessene Erziehung zu hohen Leistungen gebracht werden kann. Noch mehr ist dies aus den Resultaten der Wettrennen im Galop ersichtlich, wo zuweilen die außerordentlichsten Leistungen, freilich immer nur auf sehr kurze Zeitdauer, erzielt wurden. Das Cavalleriepferd legt im Galop 16 Kilometer pro Stunde (4.44 Meter pro Secunde) zurück; der „Gladiateur", das berühmte französische Rennpferd, erreichte dagegen eine Geschwindigkeit von 13.93 Meter, indem es bei dem Rennen im Bois de Boulogne 1865 mit einem Gewichte (des Reiters) von 55 Kilogramm 3000 Meter in einer Zeit von 3 Minuten 35.4 Secunden durchlief. Eine noch größere (wohl die größte bekannte) Leistung lieferte das Pferd „Consul", ebenfalls bei dem Rennen im Bois de Boulogne 1869, wo dasselbe mit einem Gewichte von 54 Kilogramm 1600 Meter in 1 Minute 38 Secunden durchlief, wonach sich die secundliche Geschwindigkeit auf 16.32 Meter berechnet.

Des Vergleiches wegen führe ich hier an, daß die Geschwindigkeit der Courirzüge auf guten, zweigeleisigen Bahnen ohne starke Curven und Steigungen 52.5 Kilometer pro Stunde beträgt, also 14.58 Meter pro Secunde; der Expreßzug von London nach

Rühlmann stellte mit Zugrundelegung vieler Messungen folgende Tabelle über die mechanische Arbeit des Pferdes beim Ziehen in geradliniger Richtung zusammen:

	Accord- oder Concurrenz-arbeiten bei schweren Pferden.	Arbeiten im Tagelohn oder bei festen Gehalten und leichten Pferden.
Zugkraft in Kilogramm.	70.2	56.8
Geschwindigkeit in Metern pro Secunde	1.17	1.10
Arbeit pro Secunde in Meterkilogramm	82.0	62.0
Tägliche Arbeitsdauer in Stunden.	8	8
Tägliche Totalleistung in Meterkilogramm	2,361,600	1,800,000

Auf sehr kurze Zeit, z. B. bei plötzlichem Anziehen oder beim Antreiben zum Zwecke der Ueberwindung von Steigungen und anderen Terrainschwierigkeiten, können die Pferde erheblich mehr leisten als bei normaler, andauernder Arbeit. Hervé Mangon nimmt an, daß ein kräftiges Pferd von 450 bis 500 Kilogramm Gewicht beim plötzlichen Anziehen eine Zugkraft von 200 Kilogramm entfalten kann, während andere französische Autoren, wie Guényveau und Courtois, noch erheblich höhere Werthe für ganz kurze Leistungen der Pferde angeben. Jedenfalls sind dieselben in erster Reihe von dem Gewichte des Zugthieres abhängig. Bei starken Steigungen können kräftige Pferde während 5 Minuten 30,000 Meterkilogramm leisten, durch 25 Minuten dagegen nur 126,000 Meterkilogramm. Es entspricht dieses den secundlichen Leistungen

von 100 Meterkilogramm bei einer Arbeit von 5 Minuten Dauer,
" 84 " " " " " 25 " "

Bei der Arbeit im Trabe verringert sich die Leistung mit der Steigerung der Geschwindigkeit ganz erheblich. Es eignen sich zu derselben namentlich junge und kräftige Pferde, und zwar um so besser, je kürzer die Zeitdauer der Arbeit ist und je häufiger ein Wechsel zwischen der Trabgangart und dem Schritte stattfindet. Sehr sorgfältige Ermittlungen der Leistung von Pferden im Trabe sind von Hervé Mangon zusammengestellt worden und ergaben tägliche Leistungen von 386,000 bis 750,000 Meterkilogramm, letztere bei den bekanntlich sehr kräftigen Pferden

Dover legt sogar 80 Kilometer pro Stunde, also 22.22 Meter pro Secunde zurück. Der wesentliche Vorzug der Dampfkraft liegt demnach nicht in der Geschwindigkeit, sondern in der Ausdauer der Leistung, welche bei den animalischen Motoren eine minimale, hier aber eine außerordentliche ist.

der Pariser Omnibus-Compagnie. Wird die Gangart stark beschleunigt, so tritt eine rapide Verminderung der Leistung ein, die sich freilich nicht durch ein bestimmtes Gesetz ausdrücken läßt, da die Race und Gewöhnung des einzelnen Individuums hierbei von erheblichem Einflusse ist. Ein französischer Ingenieur, Herr Fourier, stellte die nachfolgende Skala auf, um die Abnahme der Leistung mit Zunahme der Geschwindigkeit darzulegen. In derselben wurde die tägliche Leistung bei einer Geschwindigkeit von 3200 Meter pro Stunde oder etwa 0.90 Meter pro Secunde gleich 100 gesetzt und wurden die Werthe mit Benutzung der zur Verfügung stehenden Erfahrungszahlen durch Interpolation bestimmt:

Geschwindigkeit pro Stunde in Kilometern	2	3.2	4	6	8	10	12	14	16	18
Tägliche Leistung	69	100	99	94	83	68	51	33	18	7

Wird die Geschwindigkeit noch weiter gesteigert, so reducirt sich die Nutzleistung fast auf Null, da die ganze Kraft des Thieres zum Transporte seines eigenen Gewichtes aufgebraucht wird.

Mit der Anzahl der zu dem nämlichen Zwecke in Verwendung kommenden Zugthiere nimmt ihre Leistung relativ ab, da mit Vermehrung derselben die Anspannung eine unvortheilhaftere wird und überdies jedes einzelne Zugthier seine Leistung verringert, wenn es von anderen unterstützt wird. Folgende Uebersicht (nach Kaven) giebt die Nutzladungen pro Pferd je nach der Kopfzahl der in Verwendung kommenden Pferde für horizontale Straßen in Durchschnittswerthen:

Zahl der Pferde	1	2	3	4	5	6	7	8
Nutzladung in Kilogramm	2250	2200	1950	1800	1650	1450	1250	1100
Procentisches Verhältniß	100	98	87	80	73	67	55	49

Aus der letzten Spalte ist zu ersehen, daß man bei starken Lasten und Steigungen an eine Grenze anlangt, wo es sich empfehlen muß, anstatt die Zahl der Pferde zu vermehren, die Last zu theilen und auf mehreren Fuhrwerken unterzubringen.

Leistung der Pferde am Göpel. Es ist ohne Weiteres ersichtlich, daß das Pferd seine günstigste Zugwirkung ausübt, wenn es in gerader Richtung vorwärts schreiten kann, und daß die Leistung vermindert wird, wenn dasselbe genöthigt ist, in einer Kreisbahn zu laufen, also stetig von der geraden Richtung, der Tangente an die Kreisbahn, abzulenken. Letzterer Fall liegt bei der Arbeit der Zugthiere am Rundganggöpel vor und es wird die Verringerung der Leistung um so

beträchtlicher sein, je kleiner der Radius der Laufbahn ist. Aus diesem Grunde darf man in der Länge der Zugarme unter einer gewissen Größe nicht heruntergehen, wenn die Arbeit nicht in hohem Grade unvortheilhaft ausfallen soll. Man giebt denselben angemessen eine Länge von 3.5 bis 4 Meter, von der Mitte der Göpelspindel bis zu dem Anspannungspunkte gerechnet, häufig sogar, namentlich bei den Göpeln für vier Pferde, bis 5 Meter und darüber. Erheblich länger als 5 Meter (10 Meter Durchmesser des Rundganges) dürfen die Zugarme nicht hergestellt werden, weil andernfalls der für die Ingangsetzung des Göpels erforderliche Raum zu beträchtlich ausfallen und überdies die Tourenzahl der Hauptspindel derartig gering würde, daß die Umsetzung auf die Umdrehungsgeschwindigkeit der Arbeitsmaschine eine zu bedeutende würde.

Setzt man die Zugkraft in geradliniger Richtung = 100, so würden sich folgende Zugkräfte für die verschiedenen Laufbahndurchmesser der Rundganggöpel berechnen (in abgerundeten Zahlen):

Länge der Zugarme (Radius des Rundganges) .	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
Zugkraft	66	72	75	78	80	82	83

Ueber die tägliche Leistung der Pferde am Göpel bei andauernder Arbeit liegen verhältnißmäßig wenige Beobachtungen vor; auch fehlen zumeist in den bezüglichen Veröffentlichungen die Angaben über die Gewichte der Pferde. Hervé Mangon giebt eine Anzahl von Beobachtungen mit Göpeln, deren Zugarme eine Länge von 2.23 und 4.25 Meter besaßen. Die Gangart der Pferde variirte zwischen 0.68 und 1.44 Meter, die Zugkraft zwischen 20 und 83 Kilogramm, die tägliche Arbeitszeit zwischen 6 und 12 Stunden und ergaben sich die Tagesleistungen zwischen 729,000 und 1,828,000 Meterkilogramm.

Einen größeren Werth besitzen die sorgfältigen Zusammenstellungen Rühlmann's für Göpel mit nicht zu kurzen (mindestens 5 Meter langen) Zugbäumen, welche in der nachfolgenden Uebersicht wiedergegeben werden:

	Kräftige Pferde von 400 bis 500 Kilogramm Gewicht.	Schwächere Pferde von durchschnittlich 300 Kilogramm Gewicht.
Kraft in Kilogramm	65	45
Geschwindigkeit in Metern pro Secunde . . .	1	0.90
Arbeit pro Secunde in Meterkilogramm . . .	65	40.5
Tägliche Arbeitsdauer in Stunden.	6	8
Tägliche Totalleistung in Meterkilogramm. . .	1,404,000	1,166,400

Nehmen wir für die erste Rubrik „Kräftige Pferde" ebenfalls eine 8stündige Arbeit an und setzen die Geschwindigkeit auf 0.90 Meter pro Secunde fest, so resultirt für die Tagesleistung von 1,404,000 eine Zugkraft von 54.17 Kilogramm.

Ueberdies ist bei der Beurtheilung der Leistung von Zugthieren am Göpel ganz besonders darauf zu achten, daß dieselbe nicht proportional der Zahl der Zugthiere steigt, sondern mit der Vermehrung derselben relativ abnimmt. Unter der Voraussetzung, daß die oben gegebenen Werthe für die Abnahme der Leistung beim geradlinigen Ziehen auch für die Arbeit am Göpel zutreffend sind[1]), berechnet sich danach folgende Tabelle:

Anzahl der Pferde am Göpel.	Tägliche Leistung kräftiger Pferde, 400 bis 500 Kilogramm schwer, pro Pferd.	Tägliche Leistung schwächerer Pferde, 300 Kilogramm schwer, pro Pferd.
1	1,400,000	1,166,400
2	1,372,000	1,143,072
3	1,218,000	1,014,768
4	1,120,000	933,120
5	1,022,000	851,472
6	938,000	781,488
7	770,000	641,520
8	686,000	571,536

Es geht hieraus hervor, daß es im Allgemeinen bei der erheblichen Abnahme der Leistung der Arbeitsthiere mit Vermehrung der Zahl derselben nicht ökonomisch ist, Göpel mit mehr als vier Pferden (oder Ochsen) zu betreiben. Trotzdem wird es in manchen Fällen gerathen erscheinen, eine größere Anzahl von Thieren einzuspannen, und zwar, wenn die zu betreibenden Arbeitsmaschinen höhere Betriebskräfte erfordern und Gründe vorhanden sind, bei der animalischen Betriebskraft zu verharren. Daß aber Göpel für zehn und zwölf Pferde, von denen je zwei nebeneinander an einem Zugbaume eingespannt werden, wie dies in Amerika vielfach üblich ist, unrationell sind, ist durch diese Zahlen überzeugend nachgewiesen. Jedenfalls möchte es sich empfehlen, immer vorausgesetzt, daß die Arbeit der Pferde allein in Betracht kommt, zwei oder drei, schwächere

1) Es unterliegt fast keinem Zweifel, daß die Abnahme der Leistung mit der Anzahl der in Verwendung kommenden Zugthiere beim Rundganggöpel eine noch beträchtlichere ist als beim Ziehen auf Straßen; da jedoch bisher keine Beobachtungen hierüber vorliegen, so bleibe ich bei den Daten für letzteres.

Betriebskräfte erfordernde Arbeitsmaschinen zu verwenden und diese mit drei- bis vierpferdigen Göpeln zu betreiben.

Ueber die Leistung des Pferdes am Tretwerke liegt nur ein älterer Versuch des englischen Ingenieurs Mr. Amos vor. Danach ist die Leistung eine günstigere als am Rundganggöpel, da ein Pferd von 492 Kilogramm Gewicht (einschließlich des Geschirres) eine secundliche Arbeit von 72.1 Meterkilogramm andauernd verrichtete, während das nämliche Pferd am Rundganggöpel nur 60.9 Secunden-Meterkilogramm ergab.

Die theoretische Arbeitsleistung des Pferdes läßt sich folgendermaßen bestimmen: Nach Versuchen von Boussignault mit einem Pferde von 412.5 Kilogramm Durchschnittsgewicht verbrannte dasselbe täglich 2.465 Kilogramm Kohlenstoff zu Kohlensäure und 0.024 Kilogramm Wasserstoff zu Wassergas. Danach ergiebt sich aus der Ernährung des Pferdes in 24 Stunden folgende Verbrennungswärme:

Kohlenstoff: $2.465 \times 8080 = 19{,}917.2$ Wärmeeinheiten
Wasserstoff: $0.024 \times 34{,}462 = 827.1$ „
Zusammen 20,744.3 Wärmeeinheiten.

Hieraus resultirt eine Arbeitsleistung von

$$20{,}744.3 \times 424 = 8{,}795{,}583.2 \text{ Meterkilogramm.}$$

Vergleichen wir diese theoretische Leistung mit den oben angegebenen effectiven Leistungen:

	Beim geradlinigen Ziehen.	Bei der Göpelarbeit.
Schwere Pferde	2,361,600	1,404,000
Leichtere Pferde	1,800,000	1 166,400

so erhalten wir die Güteverhältnisse:

$$\frac{2{,}361{,}600}{8{,}795{,}583} = 0.27,$$
$$\frac{1{,}800{,}000}{8{,}795{,}583} = 0.20,$$
$$\frac{1{,}404{,}000}{8{,}795{,}583} = 0.16,$$
$$\frac{1{,}166{,}400}{8{,}795{,}583} = 0.13,$$

im Durchschnitte also 0.19.

Das Pferd verwerthet somit seine Nahrung ebenso gut wie der Mensch (vergl. S. 23).

Die Kosten des Pferdetages werden, wie es in der Natur der Sache liegt, überaus verschieden angegeben. Sowohl die Anschaffungskosten des Pferdes als auch der Werth des Futters sind derartig verschiedene, daß jede Berechnung nur einen localen Werth besitzt, aus welchem keine allgemeine Regeln abgeleitet werden können.

Die nachfolgende Berechnung giebt demnach lediglich ein Schema, welches je nach den localen Verhältnissen, namentlich auch mit Berück-

sichtigung der oft wechselnden (Sommer- und Winter-) Fütterung, für specielle Fälle zu corrigiren ist.

Der Preis eines landwirthschaftlichen Arbeitspferdes betrage 450 Mark.

Jahreskosten der Erhaltung eines Pferdes.

		Mark	Pf.
1) Zinsen des Anlagecapitals, 6 Procent von 450 Mark		27	—
2) Amortisation desselben und Versicherung gegen Unglücksfälle, 10 Procent von 450 Mark		45	—
3) Futter und Einstreu:			
5 Kilo Hafer pro Tag = 1825 Kilo pro Jahr, 100 Kilo à 14 Mk.	Mk. 255.50		
4 Kilo Heu pro Tag = 1460 Kilo pro Jahr, 100 Kilo à 4 Mk.	„ 58.40		
4 Kilo Stroh pro Tag = 1460 Kilo pro Jahr, 100 Kilo à 3 Mk.	„ 43.80	357	70
4) Wartung, 1/4 Knecht		100	—
5) Zinsen und Amortisation des Stalles und Futterbodens		25	—
6) Geschirrkosten (Preis eines Geschirres 60 Mk.) Zinsen 6 Procent, Amortisation 20 Procent, zusammen 26 Procent		15	60
7) Hufbeschlag		20	—
8) Stallgeräth und -Beleuchtung		6	—
9) Antheil an den Generalkosten, Arzt, Medicin u. s. w.		22	—
Zusammen:		618	30
Hiervon ist abzuziehen der Werth des Düngers, 15 Procent		92	74
Verbleiben:		525	56[1]

Die Zahl der effectiven Arbeitstage im Jahre hängt von mannigfaltigen Umständen, vor Allem von der Eintheilung des Betriebes, dann der Witterung u. s. w. ab. Mit Berücksichtigung der Sonn- und Festtage wird es schon als ein günstiges Ergebniß angesehen werden können, wenn die Pferde einer Wirthschaft 250 Tage im Jahre voll beschäftigt sind Alsdann stellen sich die Kosten eines Pferdetages auf 2.10 Mark.

---

1) Es mag rationeller erscheinen, die Kosten des Pferdetages für einen speciellen District zu berechnen, da in diesem Falle weit sicherere Unterlagen für den Anschaffungspreis des Pferdes, des Futters und den Knechtlohn zu eruiren sind. In dieser Weise berechnete Prof. Freiherr von der Goltz in Königsberg die Kosten des Pferdetages für die Provinz Preußen (Land- und forstwirthschaftliche Zeitung für das nordöstliche Deutschland, 1877 Nr. 33) und gelangte zu dem Resultate, daß die jährlichen Kosten nach Abzug eines Geldwerthes von 88 Mark für den Dünger 416.44 Mark betragen. Hierbei wurden in der Position 6) Geschirrkosten, die Unterhaltung und Neubeschaffung der Geschirre, Ackergeräthe und Wagen mit eingerechnet. Das erheblich niedrigere Gesammtresultat gegenüber dem obigen rührt daher, daß der Anschaffungspreis des Pferdes und die Futterkosten sich weit niedriger stellten als hier in der allgemeineren Berechnung angenommen wurde.

Nehmen wir an, daß das Pferd eine tägliche Arbeit von 1,500,000 Meterkilogramm verrichtet, so kostet die Leistung von

100,000 Meterkilogramm 0.14 Mark (14 Pfennige)

und erhält man für 1 Mark die Leistung von 714,285 Meterkilogramm.

2. Die Arbeit des Maulthieres.

Das Maulthier, entstanden aus der Kreuzung des Eselhengstes mit der Pferdestute, wird in den süd-europäischen Ländern und in Amerika in umfassender Weise als Arbeitsthier verwendet. Wird dasselbe reichlich genährt, so zeigt es eine weit größere Widerstandsfähigkeit gegen Hitze als das Pferd und ist fast unempfänglich gegen den Sonnenstich, welcher in heißen Sommern zahllose Pferde dahinrafft[1]). Sie eignen sich namentlich für leichtere Arbeiten, da ihre Leistungsfähigkeit eine geringere ist als die der Pferde. Ihre Arbeitsdauer ist vom 5. bis 25. Jahre, also im Allgemeinen etwas länger als die des Pferdes. Zur Zugarbeit auf bergigem Terrain sind sie vortrefflich geeignet, da sie selbst beträchtliche Steigungen ohne Schwierigkeit überwinden. Sie bedürfen für gleiche Arbeitsleistung geringerer Futtermengen als Pferde und nehmen auch mit geringeren Futterqualitäten vorlieb[2]).

---

1) Während meines Aufenthaltes in Piladelphia im Sommer 1876 bei einer Temperatur, welche Mittags an einzelnen Tagen auf 36 Grad Réaumur (im Schatten) stieg, fiel eine sehr beträchtliche Anzahl von Pferden durch den Sonnenstich, so daß z. B. einige Pferdebahn-Compagnien den Betrieb zeitweilig einstellen mußten. Die Maulthiere waren dagegen durchaus munter und konnte man ihnen in keiner Weise besondere Erschöpfung ansehen.

2) Die Ernährung der Maulthiere wird so mannigfaltig und abweichend angegeben, daß sich über dieselbe keine feste Normen aufstellen lassen. Auf den nordamerikanischen Farms erhält das Maulthier gewöhnlich 5.4 Kilogramm Mais und 7.2 Kilogramm Heu; in einzelnen Fällen auch Hafer bis 2 Kilogramm pro Tag und dazu Mais und Heu. —

Es ist jedenfalls eine auffallende Thatsache, daß Maulthiere vorzugsweise in den südlichen Ländern gehalten werden, und zwar namentlich zum Ziehen der Fuhrwerke und als Lastthiere, während auch in diesen zur Pflugarbeit meistens Ochsen benutzt werden. Die Gründe hierfür sind namentlich in folgenden Umständen zu suchen:

1. Das Bedürfniß nach Maulthieren macht sich bei uns nicht so geltend wie in den südlichen Ländern, da wir durchaus geeignete Pferderacen für die landwirthschaftlichen Arbeiten besitzen. Das Pferd der südlichen Länder ist dagegen meist sehr feuriger Natur und demnach vorwiegend als Reitpferd, weniger zum Fuhrdienste geeignet.

2. Das Maulthier ist wegen seiner schmalen Eselshufen nur zur Arbeit auf festem Boden geeignet, da es auf weichem Boden zu tief einsinkt und hierdurch seine angeborene Widerspänstigkeit hervorgerufen wird. Es legt sich alsdann vor dem Wagen nieder und ist nur schwer von der Stelle zu bringen. Da bei uns in Folge der häufigen Niederschläge der Boden oft während der Bestellzeit aufgeweicht ist, so stößt die

Die Gangart des Maulthieres ist nahezu die nämliche wie die des Pferdes; im Durchschnitte beträgt dieselbe 1.10 Meter pro Secunde. Dasselbe ist im Stande, mit einem belasteten Fuhrwerke täglich 50 Kilometer zurückzulegen.

Bei einem Eigengewichte von 250 Kilogramm leistet das Maulthier eine Zugkraft von 40 Kilogramm bei 1.10 Meter Geschwindigkeit und einer 8stündigen Tagesarbeit beim Ziehen von Lasten mittelst Fuhrwerken; am Göpel liefert dasselbe (nach Poncelet) folgende Leistungen:

Zugkraft in Kilogramm	30
Geschwindigkeit in Metern pro Secunde .	0.90
Tägliche Arbeitsdauer in Stunden . . .	8
Tägliche Totalleistung in Meterkilogramm	777,600 [1]).

3. Die Arbeit des Rindes.

Zur Arbeit werden vornämlich Ochsen verwendet; sie gewähren eine erheblich billigere Zugkraft als Pferde, da ihre Ernährung bei fast gleicher Leistung bedeutend billiger zu stehen kommt als die der letzteren. Vortheilhaft ist es, diejenigen Thiere, welche zur Arbeit verwendet werden sollen, nicht während der Saugezeit, sondern erst in dem Alter von etwa $^3/_4$ Jahren zu castriren, da sie hierdurch kräftiger und somit zur Arbeit geeigneter werden. Die Arbeitsdauer der Ochsen beginnt mit dem 4. (bei den ungarischen Ochsen gewöhnlich erst mit dem 5.) Lebensjahre und endigt mit dem 15. Jahre. Die günstigste Leistung entwickeln sie zwischen dem 7. und 9. Jahre; bei weiter fortgesetzter Arbeit leidet bereits die Mastfähigkeit. Vielfach werden die Ochsen nur 2 bis 3 Jahre zur Arbeit verwendet und alsdann gemästet. In Wirthschaften, welche viel zur Mast geeignete Futterstoffe gewinnen, wie z. B. die Zuckerfabriks-Wirthschaften, werden die in erster Reihe zur Mast bestimmten Thiere auch auf kurze Zeit zur Arbeit benutzt.

Verwendung der Maulthiere zuweilen auf ganz erhebliche Schwierigkeiten. In den südlichen Ländern tritt dieser Nachtheil nicht hervor, da der Boden in Folge der hohen Temperatur selbst nach stärkerem Regen schnell wieder fest wird.

3. Es ist eine bekannte und namentlich in Frankreich durch statistische Ermittlungen festgestellte Thatsache, daß ein Verwerfen der von Eselhengsten gedeckten Pferdestuten in den höheren geographischen Breiten sehr häufig eintritt, woraus sich ergiebt, daß die Maulthierzucht für unser Klima nicht geeignet ist.

1) Die Angaben spanischer Autoren über die Leistung der Maulthiere am Göpel stimmen mit den Poncelet'schen überein (vergl. Motores empleados en la industria, tercera parte, por G. Vicunna, Madrid 1873, pag. 15.)

Im Allgemeinen gilt es als vortheilhaft, die Ochsen nur einen halben Tag arbeiten zu lassen und dieselben auf der Weide zu ernähren. Wo diese in hinreichendem Maße vorhanden ist, da empfiehlt sich jedenfalls die Haltung von Wechselochsen. Bei der Bemessung der Arbeitsdauer der nicht gewechselten Ochsen ist zu berücksichtigen, daß ihnen die hinreichende Zeit zum Wiederkäuen gelassen werden muß; die tägliche Arbeitsdauer darf demnach im Durchschnitte niemals höher als 8 Stunden gerechnet werden.

Das Gewicht des Arbeitsochsen beträgt je nach dem Alter, der Race und dem Ernährungszustande 300 bis 400 Kilogramm; seine Gangart ist fast ausschließlich der Schritt, und zwar mit einer Geschwindigkeit, welche gewöhnlich 0.60 bis 0.85 Meter nicht überschreitet. Einige Racen sind jedoch auch gut für schnellere Gangart geeignet, wie die galizischen und podolischen; auch werden in Frankreich die Ochsen zuweilen in ziemlich schneller Gangart verwendet. Hervé Mangon führt, um die Leistungsfähigkeit derselben in dieser Hinsicht zu zeigen, ein Beispiel an, bei welchem 4 Ochsen, an einem Wagen von 5000 Kilogramm Gewicht gespannt, eine Strecke von 22.5 Kilometer in 3 Stunden 12 Minuten zurücklegten, also andauernd mit einer Geschwindigkeit von nahezu 2 Meter in der Secunde liefen.

Die Leistungsfähigkeit der Ochsen beim Ziehen von Fuhrwerken auf horizontalen Straßen kommt derjenigen der Pferde ziemlich nahe; bei andauernder (8 stündiger) Arbeit kann man für mittelstarke Ochsen eine Zugkraft von 65 Kilogramm bei einer secundlichen Geschwindigkeit von 0.75 Meter annehmen, also eine Tagesleistung von 1,404,000 Meterkilogramm. Steigt die Zugkraft beträchtlich, wie dies namentlich bei der Benutzung der Ochsen am Pfluge, speciell für das Tiefpflügen auf schwerem Boden, der Fall ist, so geschieht dies stets auf Kosten der Geschwindigkeit, die alsdann erheblich reducirt wird. So nehmen Ochsen, welche am Pfluge einen Widerstand von 80 Kilogramm zu überwinden haben, selten eine schnellere Gangart als 0.55 Meter in der Secunde an. Auch kann die Zugkraft nicht unerheblich gesteigert werden, wenn die Gespanne gewechselt werden.[1])

1) Benutzen wir die Maschek'sche Formel zur Ermittlung der Geschwindigkeit bei der Erhöhung des normalen Zugwiderstandes von 65 auf 80 Kilogramm und setzen die normale Geschwindigkeit gleich 0.75 Meter, die Arbeitsdauer auf 8 Stunden, so erhalten wir aus der Gleichung

$$80 = 65 \left(2 - \frac{v'}{0.75}\right)$$

$$v' = 0.58 \text{ Meter},$$

was eine recht gute Uebereinstimmung mit der practischen Erfahrung zeigt.

Die Leistung der Ochsen am Göpel ergiebt folgende mittlere Werthe:

Zugkraft in Kilogramm	65
Geschwindigkeit in Metern pro Secunde . .	0.60
Tägliche Arbeitsdauer in Stunden	8
Tägliche Totalleistung in Meterkilogramm . .	1,123,200

Ich unterlasse den Versuch, die Kosten eines Ochsen-Arbeitstages zu ermitteln, da sich hierbei in Folge mannigfacher Umstände noch erheblichere Schwierigkeiten ergeben als bei der Berechnung der Kosten eines Pferdetages. Der wichtigste Unterschied beider Berechnungen besteht darin, daß bei der Berechnung des Ochsentages in der Regel keine Amortisationskosten in Anrechnung zu bringen sind, da, wenn man die Ochsen vom 4. bis zum 8. Jahre zur Arbeit benutzt, zumeist keine Werthverminderung eintreten wird, zuweilen sogar eine Zunahme an Werth eintritt. Die Berechnung der Kosten eines Ochsentages, welche Professor Frhr. von der Goltz anstellte[1]), und zwar speciell für die Provinz Preußen, ergaben nach Abzug des Düngers und unter Annahme, daß der Ochse 160 Tage im Jahre zur Arbeit verwendet wird, 1.12 Mark. Nehmen wir an, daß der Ochse eine tägliche Arbeit von durchschnittlich 1,200,000 Meterkilogramm verrichtet, so kostet unter Zugrundelegung dieser Ziffer die Leistung von

100,000 Meterkilogramm 0.09 Mark (9 Pfennige).

und erhält man für 1 Mark die Leistung von 1,071,428 Meterkilogramm[2]).

Die Leistung der Kühe ist eine geringere als die der Ochsen, da abgesehen von der schwächeren Zugkraft die tägliche Arbeitszeit eingeschränkt werden muß, wenn nicht die Milchergiebigkeit erheblich vermindert werden soll. Für schwere Fuhren, intensive Bodenbearbeitung und andauernde Arbeit am Göpel ist die Kuharbeit unvortheilhaft, da hierbei stets

---

Nehmen wir an, daß die Ochsen nach 5stündiger Arbeit gewechselt werden und daß die Geschwindigkeit die normale bleiben soll, so ergiebt sich die Zugkraft aus der Gleichung

$$W' = 65\left(2 - \frac{5}{8}\right) = 89.37 \text{ Kilogramm.}$$

Wird gleichzeitig die Geschwindigkeit auf 0.55 Meter reducirt, so ergiebt sich

$$W' = 65\left(3 - \frac{0.55}{0.75} - \frac{5}{8}\right) = 106.73 \text{ Kilogramm.}$$

1) Land- und forstwirthschaftliche Zeitung für das nordöstliche Deutschland 1877 Nr. 43.

2) Sehr eingehende Berechnungen der Kosten des Ochsentages, und zwar unter Zugrundelegung der verschiedensten Verhältnisse, findet man in dem Prager landwirthschaftlichen Wochenblatte, Jahrgang 1878 Nr. 24.

eine beträchtliche Abnahme der Milchabsonderung eintritt. Dagegen sind Kühe für leichtere Fuhren und flache Bodenbearbeitung geeignet und demnach für den Kleingrundbesitz von großem Werthe. Der Großgrundbesitz betrachtet dagegen die regelmäßige Ausnutzung der Kühe zur Zugarbeit gemeinhin als unvortheilhaft. Es wird jedoch allgemein als vortheilhaft anerkannt, die älteren und stärkeren Kühe zum Zuge anzulernen, und zwar geschieht dies am besten beim Einfahren des Grünfutters, welche Arbeit gewöhnlich den Kühen obliegt. Sind die Kühe zum Zugdienste angelernt, so besitzt man, falls während der Bestellzeit in Folge von Krankheiten eine Verminderung der Spannkräfte eintritt, in den Kühen ein zweckmäßiges Aushilfsmittel. Selbstverständlich ist, daß Kühe während der Trächtigkeit nicht zur Arbeit angehalten werden dürfen.

Die Gangart der Kühe ist bei geringen Zugwiderständen eine etwas schnellere als die der Ochsen. Die Tagesleistung ist aber eine erheblich geringere als bei diesen, da sowohl die Zugkraft als auch die tägliche Arbeitsdauer ganz erheblich verringert werden müssen. Bestimmte Zahlen hierüber lassen sich selbstverständlich nicht aufstellen.

Die Kosten der Kuharbeit kann man, falls dem gewöhnlichen Futter nicht noch 1 bis 2 Kilogramm Kraftfutter beigefügt werden, was für angestrengte Arbeit jedenfalls empfehlenswerth ist, gleich dem Verluste an Milch rechnen, der aus der Arbeit resultirt. Die Angaben über denselben weichen aber, der Natur der Sache entsprechend, nicht unbeträchtlich von einander ab und variiren gewöhnlich zwischen 3 und 6 Liter.

Der Stier ist ebenfalls gut zur Arbeit geeignet, vorausgesetzt, daß er angemessen behandelt wird; in diesem Falle entwickelt er andauernd eine beträchtliche Zugkraft. Es ist auch anerkannt, daß eine mäßige Arbeit günstig auf die Zeugungsfähigkeit des Stieres wirkt, und zwar wohl hauptsächlich aus dem Grunde, weil durch dieselbe ein zu starker Fettansatz verhindert wird. Ein Hinderniß der Einspannung des Stieres bildet häufig die Wildheit desselben, die aber zumeist durch ungeschickte Behandlung hervorgebracht bez. befördert wird. Durch Anlegung des Nasenringes und durch ruhige, geschickte Führung läßt sich übrigens dieses Hinderniß zumeist leicht überwinden.

Die Leistung der Stiere kann gleich derjenigen kräftiger Ochsen angenommen werden; nur darf man, falls dieselben ihrem eigentlichen Zwecke möglichst lange erhalten bleiben sollen, auf keine andauernde Arbeit rechnen.

In der folgenden Tabelle (Seite 44) sind die Leistungen der animalischen Motoren und ihr Verhältniß zu der Maschinen-Pferdekraft übersichtlich zusammengestellt.

Motor und Art der Arbeit.	Durchschnittliches Gewicht. Kilogramm.	Zugkraft. Kilogrmm.	Geschwindigkeit pro Secunde. Meter.	Leistung pro Secunde. Meterkilogr.	Tägliche Arbeitsdauer. Stunden.	Tägliche Gesammtleistung. Meterkilogramm.	Verhältniß der Arbeit zur Maschinenpferdekraft.
I. Der Mensch.							
a) an der Kurbel drehend bei angestrengter Arbeit . . .	75	10.0	1.00	10.00	8	288,000	0.13
bei Tagelohn-Arbeit . . .	75	8.0	0.78	6.25	8	180,000	0.08
b) am Hebel wirkend	75	5.0	1.10	5.50	8	158,000	0.07
II. Das Pferd.							
a) beim Ziehen auf horizontaler Bahn, angestrengte Arbeit	500	70.2	1.17	82.00	8	2,361,600	1.09
gewöhnliche Arbeit . . .	300	56.8	1.10	62.00	8	1,800,000	0.83
b) am Göpel, kräftige Pferde	500	54.2	0.90	48.75	8	1,404,000	0.65
schwächere Pferde . . .	300	45.0	0.90	40.50	8	1,166,400	0.54
III. Das Maulthier.							
a) beim Ziehen auf horizontaler Bahn	250	40.0	1.10	44.00	8	1,267,200	0.59
b) am Göpel	250	30.0	0.90	27.00	8	777,600	0.36
IV. Der Ochse.							
a) beim Ziehen	350	65.0	0.75	48.75	8	1,404,000	0.65
b) am Göpel	350	65.0	0.60	39.00	8	1,123,200	0.52

4. Die Anschirrung der Zugthiere[1]).

Die Art der Anschirrung übt einen wesentlichen Einfluß auf die Leistungsfähigkeit der Zugthiere aus, so daß eine kurze Besprechung derselben hier nothwendig erscheint. Für das Pferd bestehen zwei wesentlich verschiedene Anschirrungsarten und zwar

1) Das Brustblatt- oder Sielengeschirr, Fig. 13 und

2) Das Kummetgeschirr Fig. 14.

Ersteres eignet sich nur beim Ziehen leichter Fuhrwerke, während für schwere Lasten das Kummet das allein empfehlenswerthe ist und auch fast ausschließlich angewendet wird. Das Sielengeschirr hat den Vortheil der

1) Es existirt meines Wissens kein Specialwerk über die Anschirrung der Zugthiere, so wünschenswerth auch ein solches wäre. Ueber die Anspannung des Pferdes enthält der Aufsatz: „Die natürlichen Bedingungen für die Leistungsfähigkeit eines Pferdes" von Director Dr. Rueff in dem landwirthschaftlichen Wochenblatte des k. k. Ackerbau-Ministeriums in Wien, Jahrgang 1870, Seite 124 das vorzüglichste Material, welches in dem Obigen auch mehrfach benutzt wurde.

Billigkeit und der Bequemlichkeit bei der Anschirrung für sich; jedoch kann das Pferd in demselben niemals die größte Zugkraft und Ausdauer entwickeln. Da der Hauptdruck im Ziehen auf das schmiegsame Brustblatt

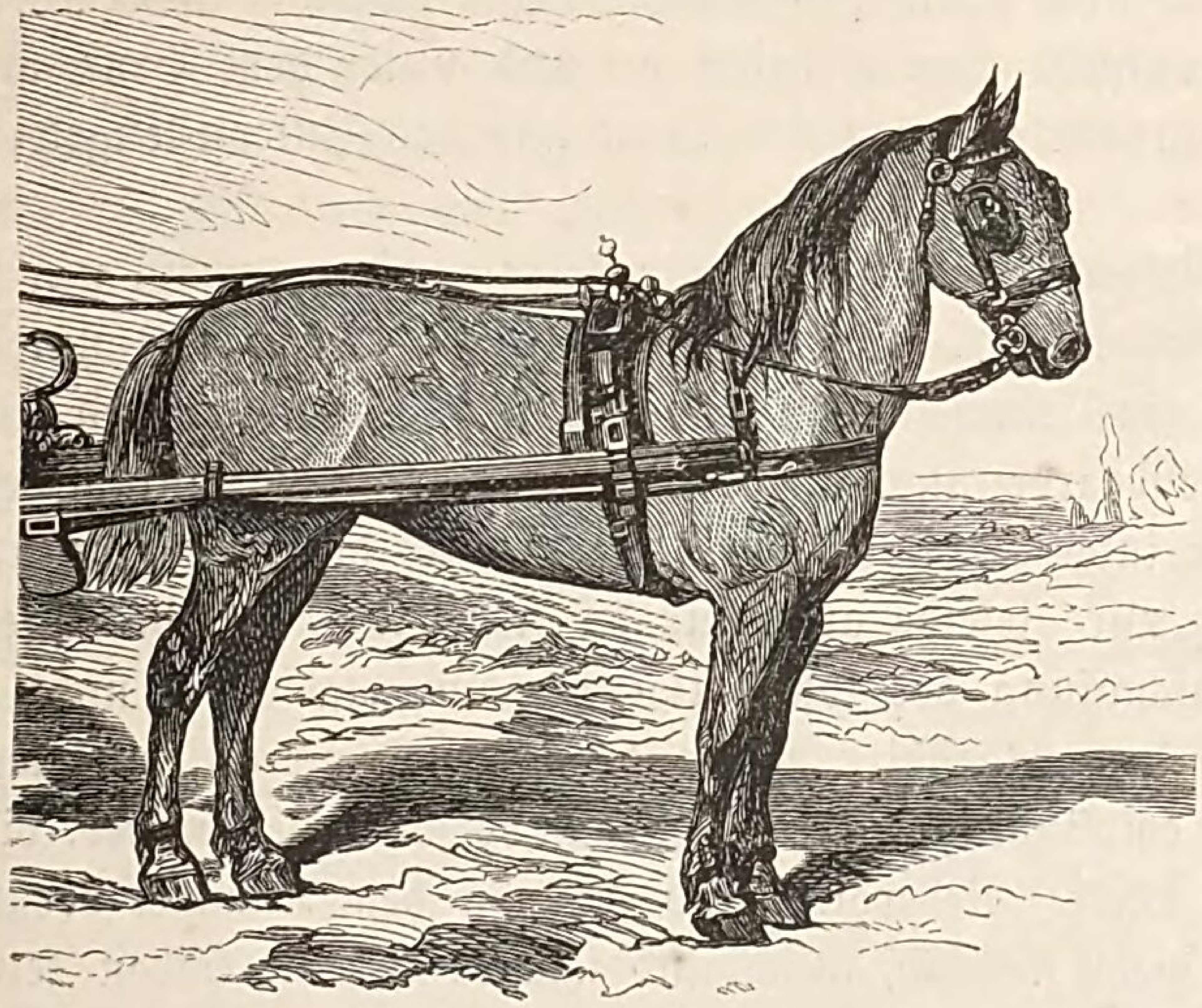


Fig. 13. Anschirrung des Pferdes im Silengeschirr.

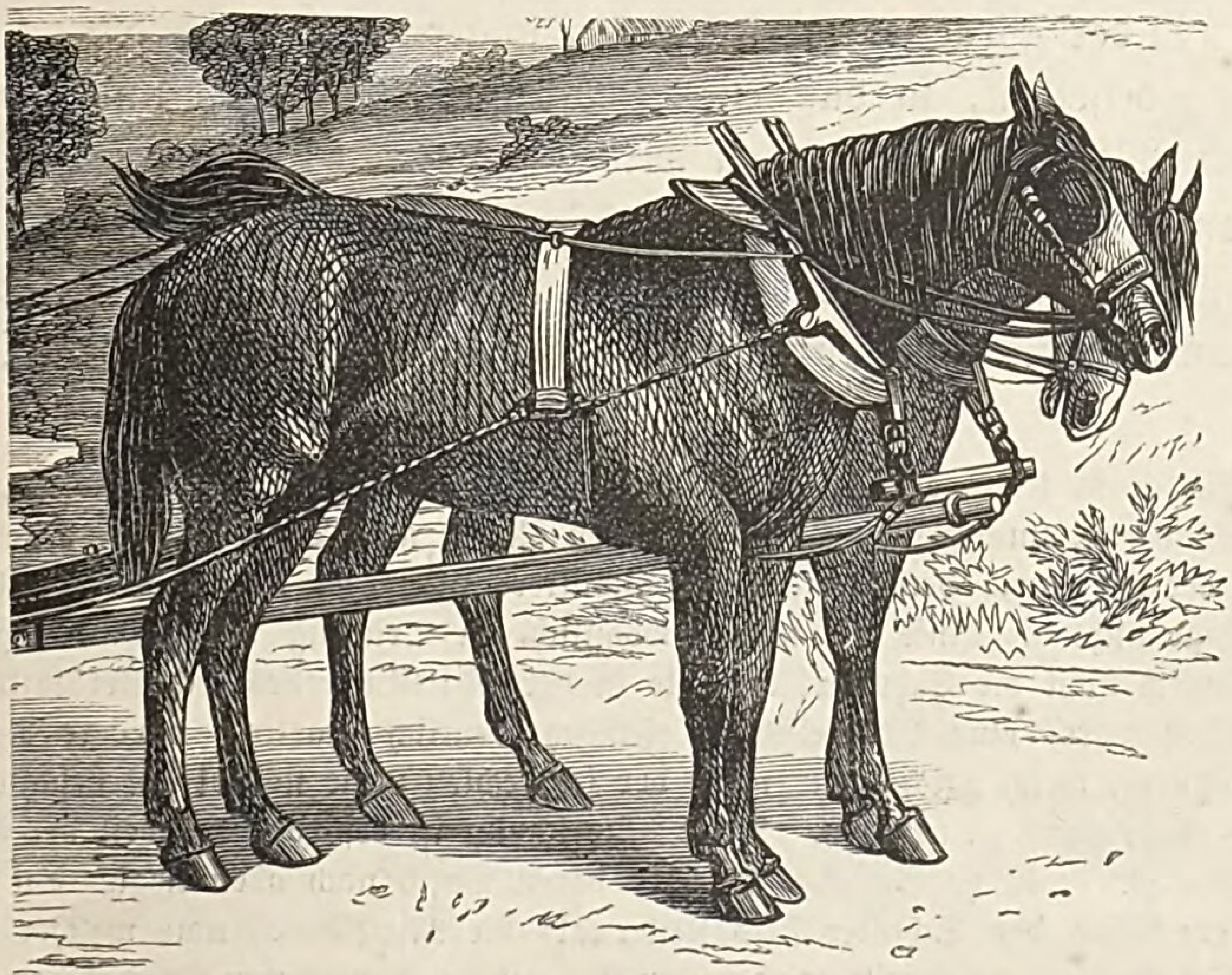


Fig. 14. Anschirrung der Pferde im Kummetgeschirr.

ausgeübt wird, so muß, je stärker der Zug ist, die Curve, welche der Brustriemen um die Vorderbrust bildet, immer enger und kleiner zu werden trachten. Hierdurch entsteht eine Compression des Brustkorbes

und eine Erschwerung der Respiration. Ueberdies liegt das Brustblatt gerade auf der Bugspitze, auf dem Gelenk zwischen Schulterblatt und Oberarmbein, welches bei jedem Schritte eine sehr merkliche Lageveränderung nach vorn und aufwärts und nach ab- und rückwärts macht. Hierdurch entsteht eine Friction an und unter dem Brustblatte, welche schließlich zu Verletzungen der Haut und des Unterzellengewebes führen kann.

Aus diesem Grunde finden wir Silengeschirre zumeist nur für leichten Zug in Anwendung, also außer für leichte Fuhrwerke unter Verhältnissen, wo ein Ueberschuß an Spannkräften vorhanden und wo eine nur flache Bodenbearbeitung üblich ist. Für schweres Lastfuhrwerk, Göpelarbeit oder intensive Bodencultur eignet sich diese Beschirrungsart nicht und finden wir dieselbe auch nur da, wo die Mittel des Pferdebesitzers für die Anschaffung der kostspieligeren Kummetgeschirre nicht ausreichen.

Beim Kummetgeschirr vertheilt sich der Druck auf eine weit größere Fläche der empfindlichen Theile, so daß derselbe viel milder, viel weniger nachtheilig wirkt. Ueberdies sind die von dem Kummet berührten Auflagestellen mehr fleischig, weich und schmiegsam; sie haben keine Gelenke oder Gelenkknochen als directe Unterlage wie das Brustblatt. Der Druck erzeugt keine Formveränderung des Kummets und wenn dieses richtig gebaut und der Form des Halses genau angepaßt ist, auch keine Lageveränderung desselben, so daß eine Belästigung der Brust und der unterliegenden Weichtheile vermieden wird[1]).

Von größter Wichtigkeit ist selbstverständlich, daß das Kummet sich dem Halse und Schulterrande genau anschließt. Es sind hierzu verschiedene Constructionen in Anwendung, z. B. die Schließkummete, welche

1) Ein gutes Kummet legt sich an die ganze Basis der Vordergliedmaßen, nämlich an die Schultern, und zwar an dem vorderen Rande an. Die Lage des Kummets ist hiernach bedingt durch den Verlauf der Schulter; allein es ist bei Beurtheilung der Kummetlage nicht die Linie, die man gewöhnlich bei Prüfung der Schulterlage untersucht, nämlich nicht die Schulterblattgräte in der Mittellinie des Schulterblattknochens, sondern der durch eine Muskelschicht ziemlich deutlich markirte vordere Rand des Schulterblattes, welcher sich etwas mehr der senkrechten Linie nähert als besagte Mittellinie, als Richtschnur zu nehmen. Diese Abweichung ist erforderlich, weil der Schulterblattknochen eine conische Grundfläche hat, deren Basis nach oben liegt. So ist denn der vordere Rand der Schulter stets steiler als die Mittellinie, nach welcher gewöhnlich die Schulterlage beurtheilt wird. Der Verlauf jenes vorderen Randes der Schulter bedingt also zumeist die Lage des Kummets, dessen Zugstange zu dem Strange während des Zugdienstes stets unter einem rechten Winkel stehen soll. Da nun die Schulter bei verschiedenen Pferden eine sehr verschiedene Lage hat, so ist es selbstverständlich, daß nicht jedes Pferd in einer und derselben Anspannungsweise im Kummet gleich gut arbeiten kann. (Rueff, a. a. O. Seite 124).

aus zwei Theilen bestehen, oben am Kamm durch ein Charnier verbunden sind und vor der Brust mittelst der Kummetschließe auf verschiedene Weise zusammengehalten werden. Namentlich in gebirgigen Gegenden ist diese Gattung von Kummeten vielfach in Gebrauch. Da dieselben jedoch nicht die Solidität der festen Kummete besitzen, so haben sie keinen allgemeinen Eingang gefunden. Es führte dies zu dem Auskunftsmittel, die Kummete zwar geschlossen, jedoch in ihrer Weite verstellbar zu machen. Zu dem Ende können die Kummetstangen, welche von unten her über die ganze Seitenfläche des Kummets verlaufen und sogenante Hörner bilden, durch einen Riemen enger oder weiter geschnallt werden.

Um ein gutes und weiches Auflager des Kummets zu erzielen, wird dasselbe inwendig mit Roß- oder Rehhaaren gepolstert; zuweilen werden auch besondere Polster, Halspolster, zwischen dem Kummet und Hals eingeschoben, namentlich da, wo das erstere nicht vollständig aufliegen sollte.

Die Anschirrungsmethoden des Ochsen zeigen weit größere Verschiedenheit als die des Pferdes. Das Kummet, welches in einzelnen Ländern benutzt wird, ist wohl die ungeeignetste Anschirrung für den Ochsen, da der Körperbau desselben ein ganz anderer ist als der des Pferdes. Da der Ochse den Kopf geneigt trägt, so gleitet das Kummet leicht nach vorn und übt einen Druck auf das Gelenk zwischen Vorderblatt und Bein aus; dieses Gelenk besitzt aber bei geringer Fleischbedeckung eine bedeutende Beweglichkeit, wodurch eine erhebliche Reibung und Belästigung für das Zugthier erwächst.

Abgesehen von dem Kummet wendet man für Ochsenanschirrung an:

1) Das Kopfjoch,

2) Das Widerristjoch,

beide entweder als Doppeljoch, d. h. für zwei neben einander gehende Ochsen oder als einfaches Joch (Halbjoch) angeordnet[1]). Das Doppeljoch ist in vielen Gegenden das vorwiegend oder ausschließlich verwendete; es steht aber außer Zweifel, daß dasselbe die Thiere in Folge des Zwanges in den Bewegungen stets belästigt, so daß diese niemals die gleiche andauernde Leistung produciren können wie bei der Einzelnanschirrung. Das Kopfjoch wird entweder als Stirnjoch oder als Nackenjoch (Genickjoch) angeordnet, von denen das erstere in der

1) Streng genommen hätte man nur Joch und Halbjoch zu unterscheiden und unter ersterem die Anschirrungsvorrichtung für ein Paar, unter letzterem diejenige für einen Ochsen zu verstehen.

Regel vorzuziehen ist. Das Nackenjoch liegt über der Wirbelsäule und wird mittelst des Jochriemens mit den Hörnern verbunden. Das Stirnjoch Fig. 15[1]), aus einer gebogenen hölzernen oder eisernen Platte a bestehend, ist an der Auflagefläche b gepolstert und an den Enden mit Oesen und eingeschmiedeten Ringen c versehen, mit welchen die Endringe d der Zugstränge durch Knebel e verbunden werden. ff sind Riemen, mittelst welcher das Stirnjoch an den Hörnern befestigt wird. Bei Anwendung der Stirnplatten, wie überhaupt bei allen Halbjochen sind Halsriemen nothwendig, um die Thiere im Wagen einzuspannen. Die Länge der Stirnplatten, d. h. die Entfernung der beiden Ringe cc von einander, muß gleich dem Bauchumfange des Thieres sein, damit während des Ziehens keine Reibung der Zugstränge an der Haut stattfinde.

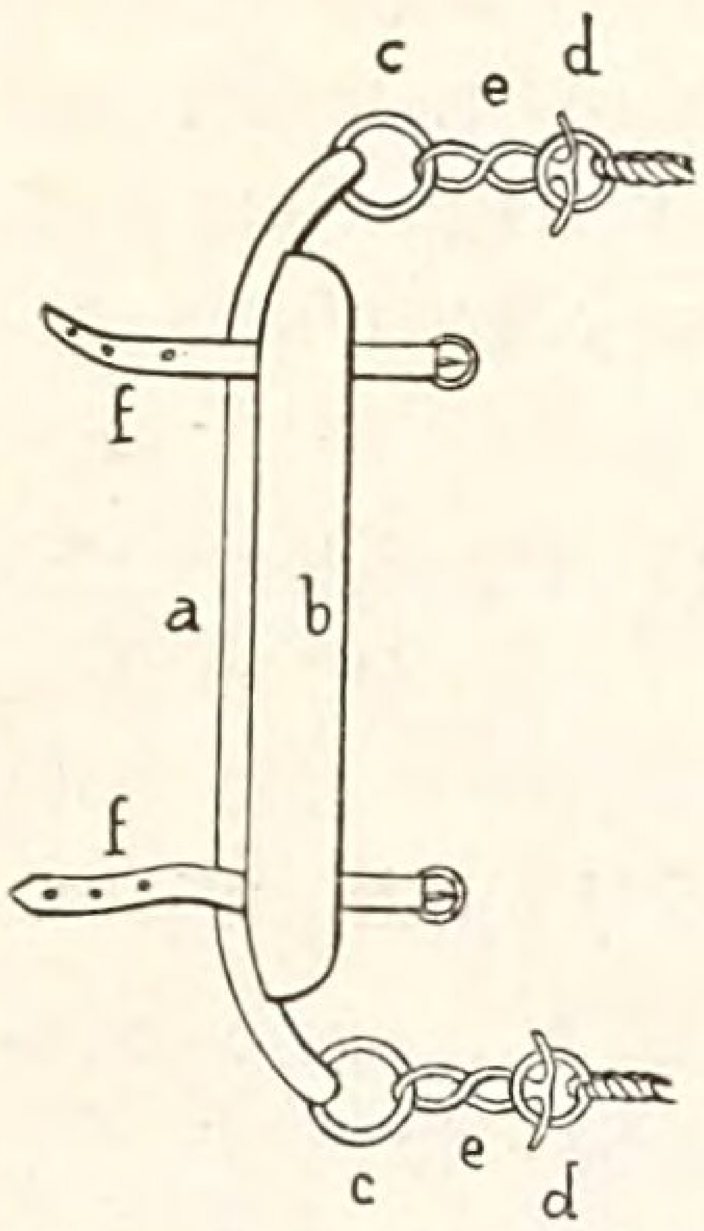


Fig. 15. Stirnjoch für die Anschirrung der Ochsen.

Das Genickjoch wird namentlich in dem Falle angewendet, daß das Stirnjoch in Folge ungünstiger Stellung der Hörner, welche häufig bei sonst gut gebauten, starken Ochsen vorkommt, keinen zuverlässigen Halt erlangen kann. Sind z. B. die Hörner nahezu wagerecht angewachsen, so würde das Stirnjoch leicht in den Nacken rutschen. In diesem Falle combinirt man auch ein Genick- und Stirnjoch, indem man beide mittelst starke Riemen an den Hörnern zusammenzieht. Hierdurch wird es ermöglicht, daß das Thier trotz mangelhafter Hörnerbildung nur mit der Stirn zieht.

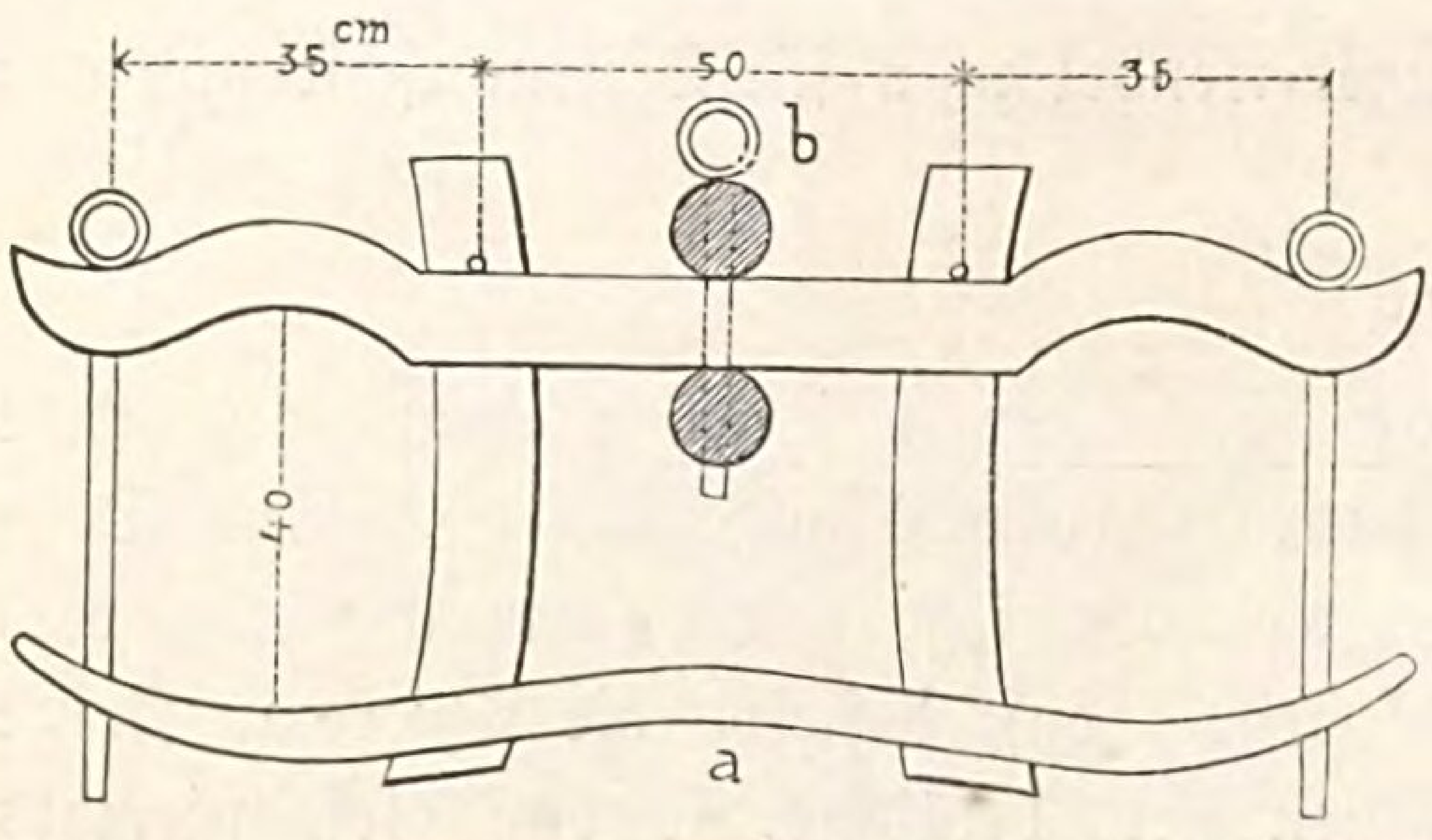


Fig. 16. Widerrist-Doppeljoch für die Anschirrung der Ochsen.

Fig. 16. Widerrist-Doppeljoch, sog. ungarisches Joch. Die einzelnen Theile namentlich die untere Querleiste a, sind sorgfältig abzurunden, damit kein schädlicher Druck, insbesondere auf die Luftröhre, stattfinde. Um das Joch für Thiere von verschiedener Stärke benutzen zu können, versieht man die Seitenschienen häufig mit mehreren Löchern, so daß man

1) Die Zeichnung nach der Abbildung eines Stirnjoches in dem vortrefflichen Artikel: „Die Anspannungsvorrichtungen des Rindes" von K. Hirschmann, Wiener landwirthschaftliche Zeitung, Jahrgang 1875 Nr. 38.

dieselben enger und weiter stellen kann. Die Verbindung des Joches mit der Deichsel erfolgt durch den Jochnagel b. Das Widerrist-Halbjoch wird aus einem gekrümmten, am besten in der passenden Form gewachsenen Stücke harten Holzes, z. B. einer Fichtenwurzel, gefertigt; in vielen Gegenden heißt dasselbe das Krummholz. Die Seitenschienen und die untere Querleiste verhindern das Abrutschen dieses Joches zur Seite oder das Rückwärtsgleiten über dem Widerrist. Man verlangt von einem guten Ochsenjoche, daß es dem Zugthiere die freie Bewegung gestatte, eine vortheilhafte Verwerthung der Zugkraft ermögliche, bei ungünstiger (nasser) Witterung nicht aufdrücke, ein leichtes Anhalten und Wenden zulasse und eine Verwendung des Zugthieres zu ein-, zwei- und auch vierspännigem Zuge nicht hindere. Diese Bedingungen können sowohl bei dem Stirn- als auch bei dem Widerrist-Halbjoche erfüllt werden; welches von diesen beiden in jedem Falle anzuwenden ist, hängt von dem Knochen- und Muskelbau der Thiere ab. Im Allgemeinen eignet sich das Stirnjoch für die Gebirgsracen in Folge des kürzeren und kräftigeren Baues des Halses, wohingegen das Widerristjoch für das Niederungsvieh am verwendbarsten ist.[1])

Pferdeschoner. Mit diesem Namen bezeichnet man elastische Einschaltungen in der Zugvorrichtung zwischen dem Arbeitsthiere und dem Wagen bez. dem Göpel, welche eine Verminderung der schädlichen Wirkung von Stößen sowie eine Erleichterung des Anziehens bezwecken. Dieser von Fehrmann in Potsdam erfundene Apparat Fig. 17 besteht aus einer

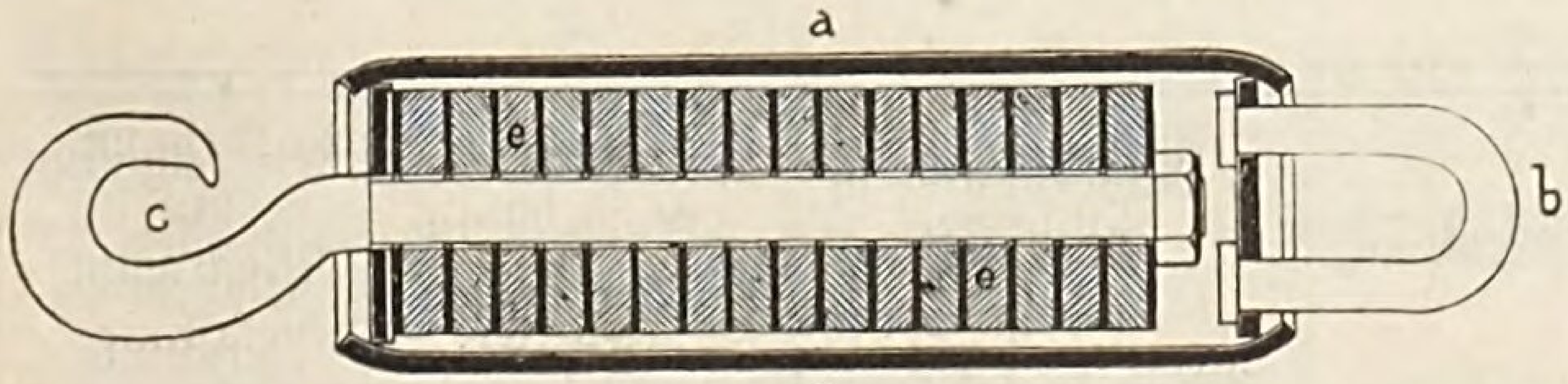


Fig. 17. Pferdeschoner im Längenschnitte.

schmiedeeisernen Hülse a, welche einerseits mit dem Bügel b zum Einhängen versehen ist, während andererseits eine Zugstange c, an ihrem äußeren Ende mit einem Anspannungshaken versehen, aus der Hülse hervorsteht.

1) Oft hört man, daß das Stirnjoch die einzige empfehlenswerthe Anschirrungsvorrichtung für Zugochsen sei. Es ist dies jedoch nicht richtig und ergeben sich, wenn man Ochsen der Niederungsracen, z. B. Holländer, mit Stirnjochen anspannt, mancherlei Nachtheile. Zuweilen bekommen die Thiere bei Verwendung des Stirnjoches Augenkrankheiten, welche erst mit der Beseitigung der Kopfjoche verschwinden. Es ist demnach eine bedingungslose Verwendung derselben durchaus nicht rathsam.

Am inneren Ende dieser Stange ist eine Mutter angebracht, welche eine Anzahl von Kautschukringen e, je durch eine lose Blechscheibe getrennt, begrenzt. Wird der Anspannungshaken belastet, so findet eine Compression der Kautschukpuffer statt, so daß, wenn der Apparat in den Zugsträngen oder wie in Fig. 18 dargestellt, zwischen der Wage und den Ortscheiten eingeschaltet wird, ein elastisches Medium in dem Zugapparate gebildet ist.

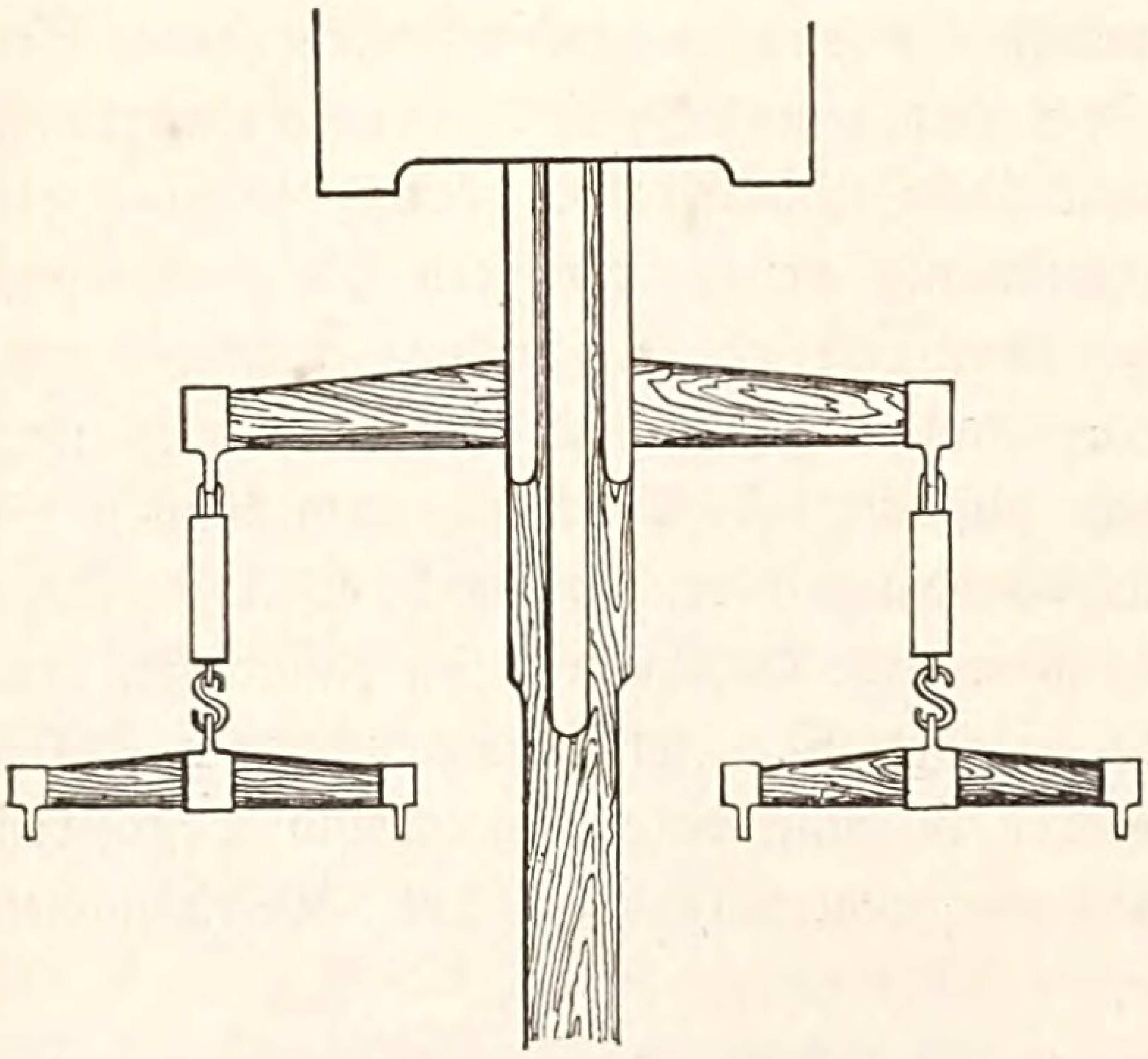


Fig. 18. Pferdeschoner mit Anspannwage.

Maßgebend für den Werth des Pferdeschoners ist der Einfluß des angewendeten Zuges auf die Ausdehnung des Apparates, d. h. die Entfernung zwischen dem Bügel b und dem Anspannungshaken. Es ist im Voraus zu erwarten, daß diese Ausdehnung nicht proportional der Belastung stattfindet, sondern mit Zunahme derselben geringer wird. Die von Professor Fritz in Zürich zur Constatirung der Ausdehnung angestellten Versuche mit zwei Schonern lieferten das in nachfolgender Zusammenstellung aufgeführte Ergebniß:

Belastung. Kilogramm.	Ausdehnung in Millimeter.		Mittlere Ausdehnung der beiden Schoner. Millimeter.	Ausdehnung pro Kilogramm Belastung. Millimeter.
	Schoner I.	Schoner II.		
20	11.5	10.0	10.7	0.54
40	19.0	18.0	18.5	0.46
60	24.0	22.5	23.3	0.39
80	29.5	27.0	28.7	0.36
100	32.0	29.5	30.7	0.31
120	34.5	31.0	32.7	0.27
140	35.7	32.5	34.2	0.24
160	37.0	34.0	35.5	0.22
180	38.0	34.7	36.3	0.20
200	38.8	35.3	37.0	0.18

Es läßt sich aus dieser Tabelle ersehen, welche Wirkung der Pferdeschoner auszuüben vermag. So lange die Elasticität des Kautschuks

merklich in Wirkung kommt, wird ein Nutzen aus der Anwendung des Apparates resultiren; wechseln starke und geringe Widerstände, wie z. B. auf schlechten Pflasterstraßen oder beim plötzlichen Anziehen der Pferde, so wird innerhalb der ersichtlichen Grenzen eine merkliche Zusammenpressung des Kautschuks erfolgen und die aufgenommene Arbeit, sobald die gesteigerte Spannung nachläßt, also wenn sich der Schoner wieder verkürzt, abgegeben werden. Ist dagegen, wie bei nahezu gleichmäßigen Widerständen, die Ausdehnung des Schoners nur gering, so wird ein Abgeben der aufgenommenen Arbeit beim Nachlassen der Spannung schwerlich zu erkennen sein; es kann also ein Nutzen aus der Anwendung desselben nicht erwartet werden. Von wesentlichem Vortheil erscheint der Apparat bei Göpeln, wo das Zugthier beim Anziehen, namentlich wenn es von ungeübten Arbeitern getrieben wird, oft eine plötzliche übermäßige Kraft entwickelt, welche nur zu häufig Brüche der Zahnräder und der statischen Construction veranlaßt. Bei Anwendung des Schoners erhält das Pferd sofort die Fühlung, daß es Bewegung erzeugt; es wird also ein allmäliges, stoßfreies Anziehen weit sicherer zu erreichen sein als beim Wegfall des elastischen Mediums. Ferner für Fuhrwerke auf schlechten, ausgefahrenen und Pflasterstraßen, wo in der That mit Anwendung des Pferdeschoners die durchschnittliche Zugkraft sich niedriger ergeben muß als ohne denselben. Dagegen erscheint bei gleichmäßigen Widerständen und namentlich, wenn das Anziehen keine besonders erhöhte Kraftanstrengung der Zugthiere erforderlich macht, der Pferdeschoner zum Mindesten überflüssig.

Die Anspannwage. Die gewöhnliche Vorrichtung zur Anschirrung der Zugthiere ist die allbekannte Wage (Schwengel) mit den beiden Ortscheiten oder Zugscheiten, Fig. 19, für zwei Pferde oder Ochsen. Fast

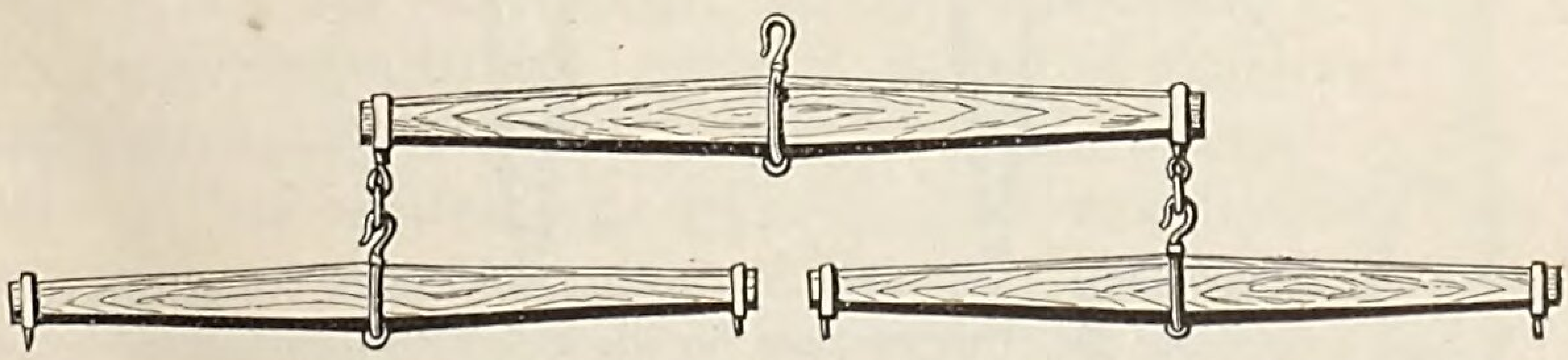


Fig. 19. Anspannwage für zwei Pferde.

allgemein werden die Wage und Ortscheite aus hartem und zähem Holze, z. B. Esche, Rüster, Birke oder auch Jungeiche gefertigt und erhalten dieselben in der Mitte und an den Enden einen Eisenbeschlag zur Aufnahme der Haken und der Ketten oder Stränge. Bewährte Abmessungen (einer Grasmähemaschine von Walter A. Wood entnommen) sind folgende:

Länge der Wage zwischen den Haken zum Anhängen der Ortscheite 0.97 Meter, Länge der Ortscheite zwischen den Stranghaken 0.75 Meter, Stärke der Wage (vertical gemessen) 0.04 Meter, Stärke der Ortscheite desgl. 0.04 Meter, Breite der Wage in der Mitte (horizontal gemessen) 0.08 Meter, Breite der Ortscheite desgl. 0.06 Meter. Eiserne Wagen und Ortscheite, entweder aus röhrenförmigen Stücken, aus Rund- oder Flacheisen zusammengesetzt, werden in ausgedehnterem Maße nur in England benutzt; bei geschickter Anordnung ist ihr Gewicht etwas niedriger als das der hölzernen Wagen, der Preis jedoch stets höher.

Die Anspannung von drei Pferden neben einander kommt bei Pflügen häufig vor, namentlich bei den in neuerer Zeit so beliebten Zweifurchen-Pflügen; die Wagen werden hierbei in verschiedener Weise angeordnet. Man verwendet z. B. eine Hauptwage, an welcher einerseits ein Ortscheit, andererseits eine kleine Wage angehängt ist, die wiederum an jedem Ende ein Ortscheit trägt. Die Hauptwage erhält bei dieser Anordnung ihren Drehpunkt nicht in der Mitte, sondern derartig, daß derselbe sich in einem Drittheil der Länge von dem Anhängungspunkte der kleinen Wage befindet. Hierdurch wird der Hebelsarm der Zugkraft für das eine Pferd doppelt so groß als derjenige für die beiden Pferde in der kleinen Wage, die Gesammtzugkraft vertheilt sich mithin gleichmäßig.

Eine zweite Methode der Anschirrung dreier Pferde ist in Fig. 20 dargestellt. Die Drehpunkte der Ortscheite befinden sich auf ein Drittheil

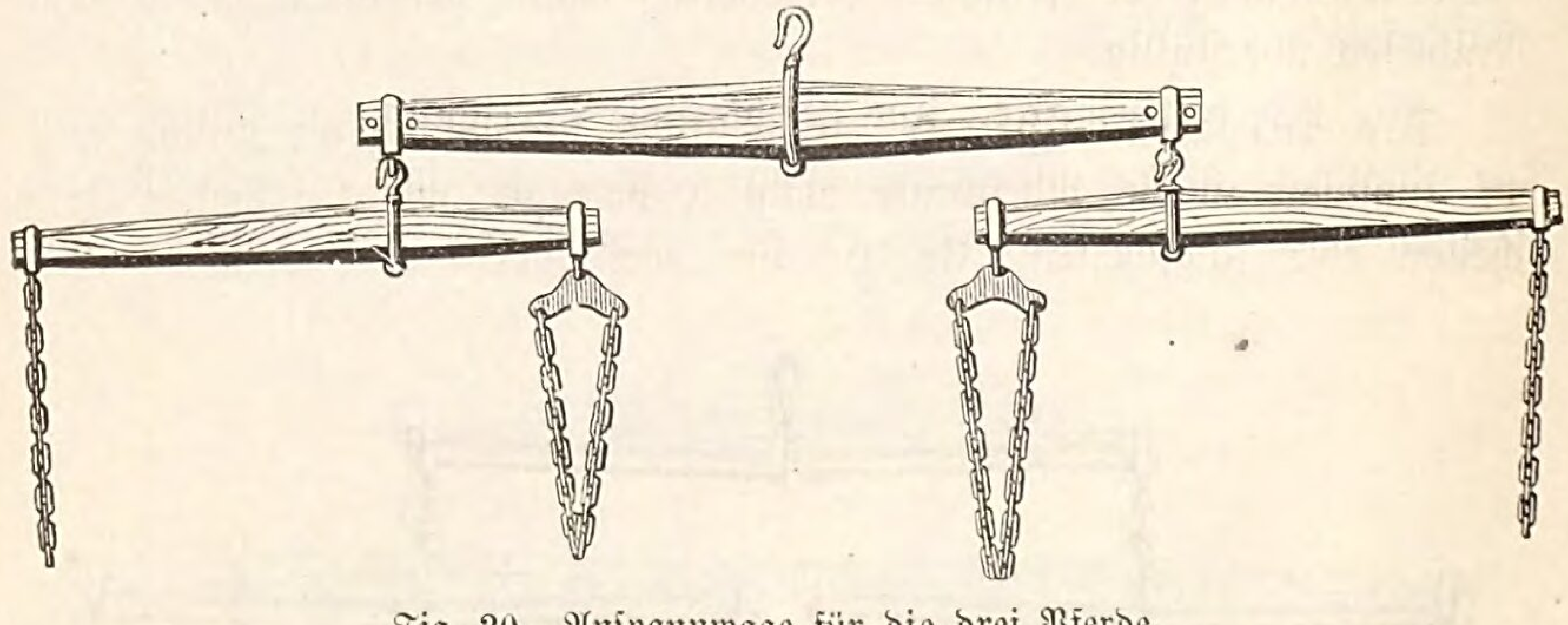


Fig. 20. Anspannwage für die drei Pferde.

ihrer Länge, so daß die kurzen Arme nach innen stehen. An diesen greift je eine Doppelkette an, so daß sowohl die beiden äußeren wie das in der Mitte gehende Pferd angeschirrt werden können. Wie leicht ersichtlich, findet auch hier eine gleichmäßige Vertheilung der Zugkraft statt. Die dritte Methode der Anschirrung dreier Pferde zeigt Fig. 21. An den Enden der Wage sind Hebel in ein Drittheil ihrer Länge derartig

angehängt, daß die langen Arme nach innen gerichtet sind. An diesen ist mittelst zweier Gelenken und eines gleicharmigen Hebels das mittlere

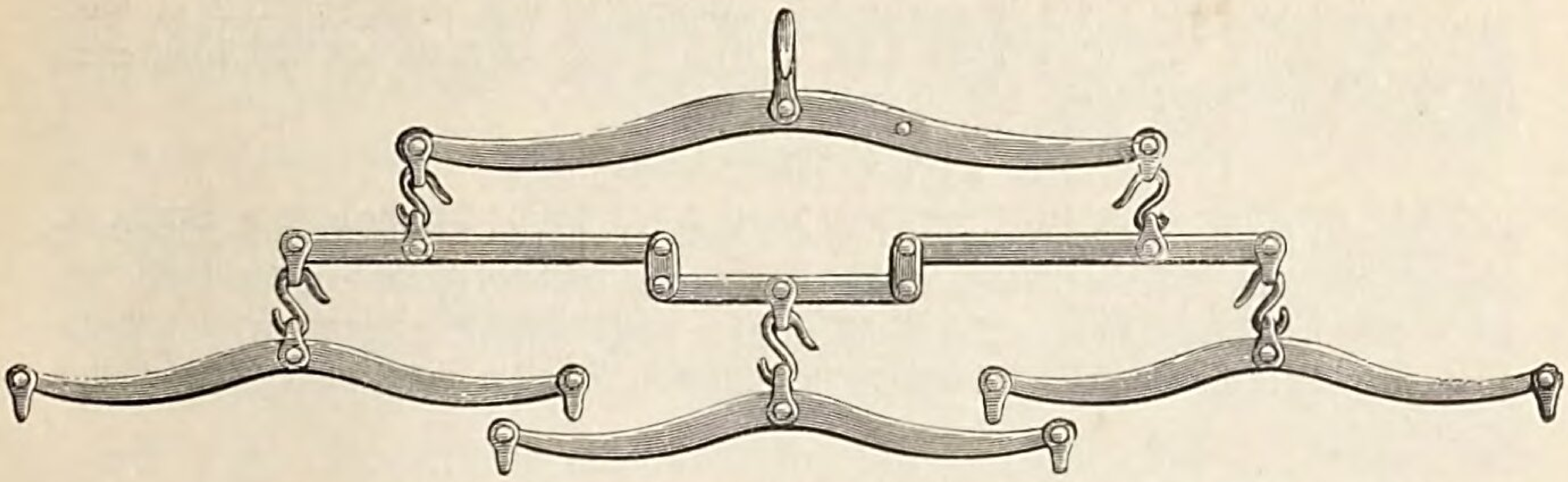


Fig. 21. Anspannwage für drei Pferde.

Ortscheit angehängt, während die kurzen Arme der erst erwähnten Hebel die beiden äußeren Ortscheite aufnehmen. Auch hier leistet jedes Pferd genau ein Drittheil der Arbeit. In der Ausführung von Ransomes, Sims & Head kostet diese ganz aus Eisen gefertigte Wage 2 Pfd. St.

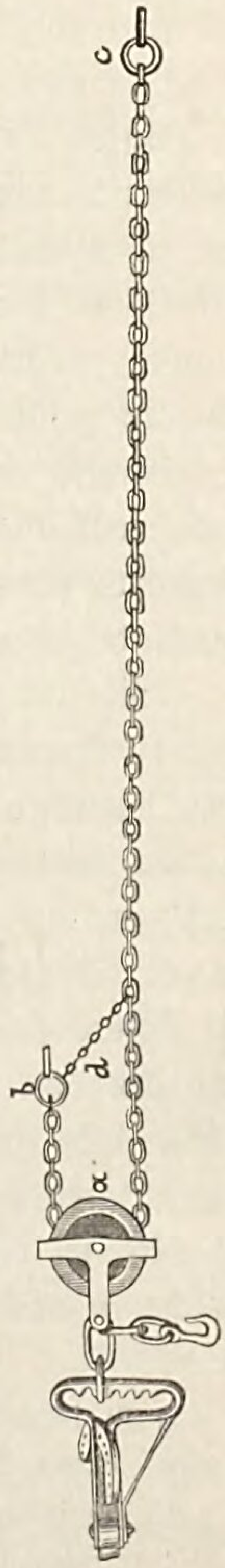


Fig. 22. Kette zur Anschirrung von vier Pferden.

Vier Zugthiere werden fast immer paarweise hinter einander eingeschirrt, und zwar bei Verwendung einer Deichsel, also bei den Fuhrwerken, derartig, daß die Wage für das vordere Paar an der Spitze der Deichsel an einem Haken angehängt wird. Beim Pfluge dagegen erfolgt die Anschirrung von vier Pferden mittelst einer Kette, am vortheilhaftesten in der Fig. 22 gezeichneten, von dem Marquis of Tweeddale herrührenden Disposition. Die Kette ist über eine Rolle a geführt und wird an dem kurzen Ende b das hintere Paar, an dem langen c das vordere Paar mittelst je einer Wage und Ortscheiten angehängt. Hierdurch findet eine gleichmäßige Vertheilung der Arbeit zwischen den beiden Paaren statt, da jedes derselben eine gleiche Zugkraft entwickeln muß, wenn die Kette sich nicht verschieben soll. Um jedoch kleine Abweichungen zuzulassen, die namentlich wegen der Unebenheiten des Bodens unvermeidlich sind, wird eine geringe Bewegung der Kette gestattet, diese jedoch durch die kurze Querkette d begrenzt. Die Hauptkette erhält zwischen der Rolle und dem Anspannungsringe c eine Länge von etwa 3.30 Meter, der Durchmesser der Rolle beträgt 0.15 Meter.

Zur Bestimmung der Stärke der Hauptkette, welche den Zug von vier Pferden aushalten muß, eignet sich die Formel[1])

$$d = 0.326 \sqrt{P},$$

in welcher d die Stärke des Ketteneisens in Millimetern und P die Zugkraft in Kilogramm bezeichnet. Da jedes Pferd beim Antreiben eine Zugkraft von 200 Kilogramm entwickeln kann (vergl. Seite 33), so erhalten wir

$$d = 0.326 \sqrt{800} = 9 \text{ Millimeter}.$$

Anmerkung. In neuester Zeit kommen auch elastische Ortscheite und Wagen in den Handel (von Dietrich in Potsdam), welche den gleichen Zweck erfüllen sollen wie die erwähnten Pferdeschoner. Da dieselben aber verhältnißmäßig complicirt und theuer sind, so werden sie schwerlich bei landwirthschaftlichen Arbeiten ausgedehnte Verwendung finden.

c) Die Göpel.

Einleitung.

Unter einem Göpel wird eine Maschine verstanden, welche dazu dient, die Kraft animalischer Motoren zum Betriebe von Arbeitsmaschinen nutzbar zu machen. Da die meisten der von einem Göpel zu betreibenden Arbeitsmaschinen ihren Antrieb mittelst einer rotirenden Welle empfangen, so muß in dem Göpel eine Umsetzung der fortschreitenden Bewegung des Thieres in die Drehung einer Achse, und da ferner die Arbeitsmaschinen zumeist eine mehr oder minder beträchtliche Geschwindigkeit der Arbeitswelle verlangen, während die Zugthiere nur mit geringer Geschwindigkeit vorwärts schreiten, so muß gleichzeitig eine Erhöhung der Geschwindigkeit stattfinden.

Wir unterscheiden zwei Systeme von Göpeln, und zwar:

1) Rundganggöpel, bei welchen die Thiere in einer Kreisbahn, dem Rundgange, laufen und durch Vermittlung von Zugbäumen eine in der Mitte der Kreisbahn angebrachte verticale Achse in Umdrehung versetzen;

2) Tretgöpel, aus einer geneigten endlosen Bahn gebildet, welche die Thiere zu erklimmen suchen. Hierbei schiebt sich in Folge der Schwere und des von den Hinterbeinen ausgeübten Druckes die Bahn unter dem Thiere fort und setzt ihre Endwalzen in Umdrehung. Die Bewegung derselben wird in geeigneter Weise umgesetzt und weiter geleitet.

Es sei voraus bemerkt, daß es vornämlich die Rundganggöpel sind, welche in der Landwirthschaft Verwendung finden[2]), und daß die wieder-

---

1) Weisbach's Ingenieur- und Maschinenmechanik, bearbeitet von G. Herrmann, dritter Theil, Seite 585; Braunschweig 1878.

2) Wenigstens in Europa, während in Nordamerika der Tretgöpel für 1 bis 2 Pferde ganz allgemein benutzt wird.

holt angestellten Versuche, den Tretgöpel bei uns einzuführen, im Allgemeinen als gescheitert betrachtet werden können. Diese sind nur für 1 bis 2 Pferde oder Ochsen geeignet, während man sehr häufig, namentlich zum Betriebe der Dreschmaschine, eine stärkere Betriebskraft verlangt. Ueberdies wird auch fast allgemein an der Ansicht festgehalten, daß die Arbeit der Thiere am Tretgöpel eine für diese überaus lästige ist, so daß dieselbe bereits der Thierquälerei gleichkommt. Ich kann diese Ansicht nicht ganz theilen und bin der Meinung, daß bei allmäliger Gewöhnung, nicht zu starkem Steigungswinkel der schiefen Bahn, nur successive bis zu der normalen erhöhten Arbeitsdauer, unter gewissen Umständen die Tretgöpel sehr empfehlenswerth sind. Vor Allem gewähren sie den Vortheil, daß der Raum zur Aufstellung und zum Betriebe im Vergleiche zu dem für die Arbeit des Rundganggöpels erfordlichen Raume überaus gering ist, so daß man dieselben in zahlreichen Fällen vortheilhaft verwenden kann, wo wegen Raummangel die Benutzung des letzteren nicht möglich ist. Ein Tretgöpel für zwei Pferde neuerer amerikanischer Construction erfordert zur Aufstellung eine Grundfläche von 6 Quadratmeter, während ein Rundganggöpel mit

3	4	5	Meter langen Zugarmen
28.27	50.27	78.54	Quadratmeter Grundfläche

verlangt. Ferner fällt bei dem Tretgöpel die verticale Achse und die hierdurch nothwendig werdende Umsetzung mittelst conischer Räder weg, was gleichfalls als ein Vorzug angesehen werden kann. Es ist demnach nicht unwahrscheinlich, daß diese Gruppe von Göpeln, namentlich mit den in der Folge zu erwähnenden selbstthätigen Regulirvorrichtungen, wieder in Aufnahme kommen wird.

Die *Rundganggöpel* können in verschiedener Weise eingetheilt werden. Zunächst unterscheiden wir *feststehende* und *transportable* Göpel. Erstere werden zumeist auf einem gemauerten Fundamente derartig befestigt, daß der Aufstellungsort nur nach Abbruch wichtiger Theile geändert werden kann. Die Lager für die Hauptspindel und die Transmissionswellen sind in der Regel in unveränderlicher Weise befestigt, wodurch bei correcter Montirung der Vortheil resultirt, daß die schädlichen Widerstände und die Abnutzung möglichst niedrig ausfallen. Gewöhnlich wird diese Gattung von Göpeln in einem eigenen Gebäudeanbau aufgestellt, wodurch die Anlage verhältnißmäßig kostspielig wird; dieselbe bedingt, daß die Arbeitsmaschinen gleichfalls ihren Aufstellungsort stets beibehalten. Da dies in vielen Fällen nicht zulässig ist, so finden die transportablen Göpel eine weit umfassendere Anwendung als die stationären; sie enthalten außer der Göpelachse die Transmissionsvorrichtung bis zu demjenigen Maschinentheile (Kuppelung, Riemenscheibe), von welchem

der Betrieb auf die Arbeitsmaschine oder bei nothwendig werdender weiterer Richtungs- und Geschwindigkeitsumsetzung auf ein Zwischenvorgelege (Transmissionsbock) abgeleitet wird. Entweder werden diese Göpel auf starken, zumeist hölzernen Schwellen oder auf einem Räderfuhrwerke montirt, in letzterem Falle häufig im Vereine mit der bezüglichen Arbeitsmaschine, so daß der complette Maschinensatz ohne Schwierigkeit transportirt werden kann. Fig. 23 zeigt eine derartige sehr empfehlenswerthe Zusammenstellung des Göpels mit der Dreschmaschine von Clayton & Schuttleworth in Wien, welche in neuester Zeit viel Verbreitung gefunden hat.

In Betreff der constructiven Anordnung unterscheiden wir die Rundganggöpel nach der Art der Transmission des Betriebes auf die Arbeitsmaschine in

1) Liegende Göpel, bei denen der Betrieb durch eine Welle, die Kuppelungsstange, weiter geleitet wird, über welcher die Thiere hinwegschreiten, und

2) Säulengöpel, bei denen der Betrieb durch eine Riementransmission weiter geleitet wird, unter welcher die Thiere hinwegschreiten.

Es sollen zunächst einige der verbreitetsten Göpel dieser Systeme erläutert werden, ehe auf die Vorzüge und Nachtheile beider Gruppen eingegangen wird.

1. Die liegenden Göpel.

Taf. I. Fig. 1 bis 4 Glockengöpel der Actiengesellschaft H. F. Eckert in Berlin. Der Name rührt von dem in Glockenform gegossenen Hauptrade a her, welche sich in so fern vortrefflich bewährt hat, als die bei Rädern mit Speichen oft vorkommenden Gußspannungen hier vermieden werden, so daß das Rad weit bruchsicherer ist als diese. In dem Rade sind die vier Schuhe bb eingegossen, welche die mittelst der Spannstangen c verstrebten Göpelarme aufnehmen. Das Rad ist nicht, wie dies bei den meisten liegenden Göpeln der Fall ist, auf der Hauptachse aufgekeilt, sondern dreht sich mit langer, gut ausgebohrter Nabe um einen feststehenden Zapfen (Fig. 3), welcher in der Grundplatte e solide befestigt ist. Als Vorzug dieser Anordnung wird hervorgehoben, daß die durch das Festkeilen des Rades auf der Achse entstehende Spannung vermieden wird. Der obere, abgedrehte Kranz des Rades wird durch die drei Laufrollen e' geführt, deren Zapfen in ihren Befestigungskörpern auf- und nieder gestellt werden können, so daß ein vollkommen sicherer Gang des Glockenrades erzielt wird. Durch den conischen Zahnkranz des Hauptrades wird das Getriebe f und das auf der Welle dieses letzteren befindliche

Stirnrad g sowie von diesem das Getriebe h in Umdrehung versetzt. Auf der Welle des letzteren sitzt das Universalgelenk i[1]) zur Fortleitung des Betriebes mittelst der dargestellten Kuppelungsstange.

Sämmtliche Theile des Göpels sind auf einem starken Eichenholz-Rahmen montirt, welcher durch Diagonalverstrebung und überdies durch Spannschrauben zusammengehalten wird.

Bei den größeren Glockengöpeln, deren Haupträder 1.58 und 1.88 Meter Durchmesser erhalten, wird die Verzahnung dieses Rades aus einzelnen, sorgfältig zusammengepaßten Kranztheilen gefertigt, welche an dem Radkörper angeschraubt werden. Es ist somit bei etwaigem Bruche einzelner Zähne nur der betreffende Theil zu ersetzen, während der Hauptkörper des Rades nach wie vor brauchbar bleibt.

Ueber der Göpelachse ist der in Fig. 1 dargestellte Treibersitz angebracht.

Die Fabrik fertigt den beschriebenen Göpel in mehreren Ausführungen, deren wichtigsten Daten in der folgenden Tabelle zusammengestellt sind:

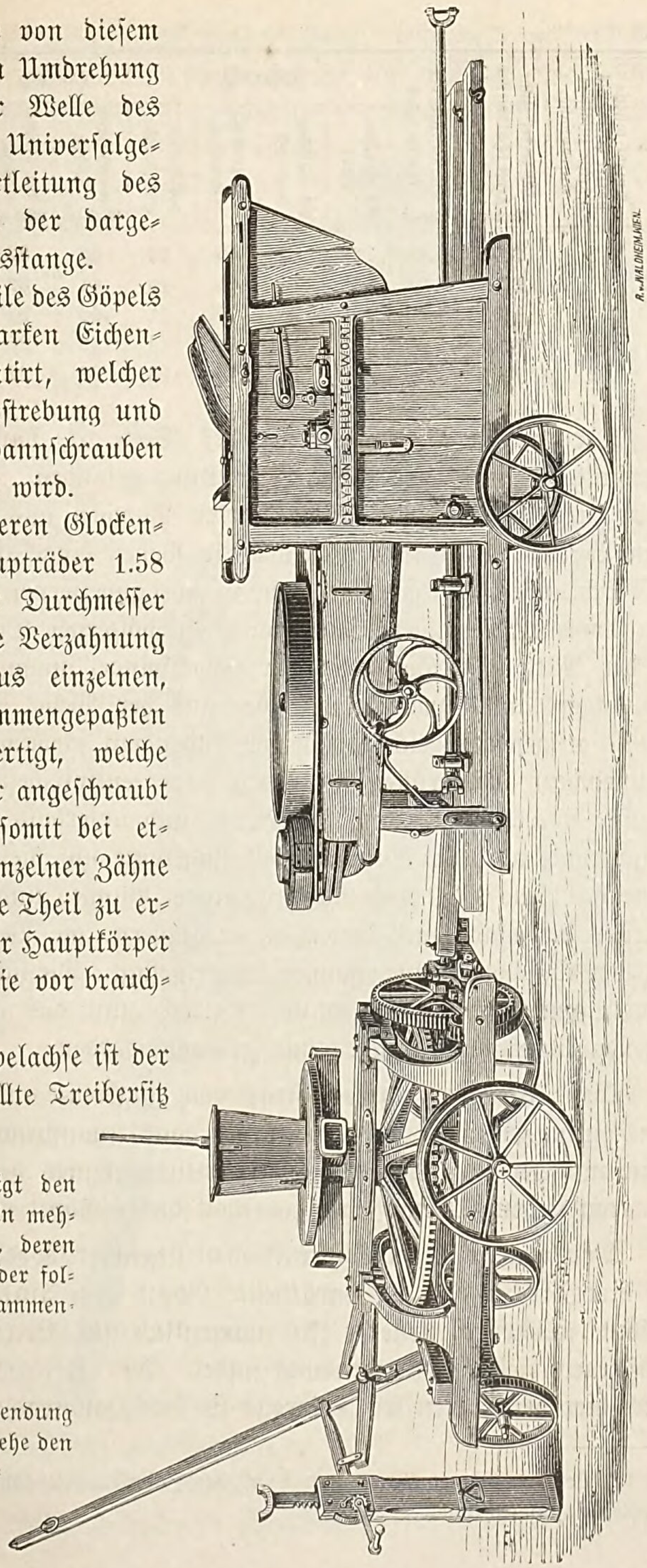


Fig. 23. Göpel mit Dreschmaschine beim Transport.

1) Ueber die Anwendung der Universalgelenke siehe den Abschnitt II, Transmissionen.

Fabriknummer.	Anzahl mittelstarker Pferde als stärkste zulässige Anspannung.	Länge der Zugarme (Halbmesser des Rundganges.) Meter.	Durchmesser des Glockenrades. Meter.	Zähnezahl des Glockenrades.	des conischen Getriebes.	des großen Stirnrades.	des kleinen Stirnrades.	Theilung der conischen Räder. Millim.	der Stirnräder. Millim.	Durchmesser der festen Hauptachse. Millim.	Gewicht. Kilogr.	Preis. Mark.
0[1])	8	3.76	1.88	128	15	69	13	46	32	70	1450	625
1a[1])	6	3.76	1.58	120	15	69	13	41	32	65	1180	500
1	4	3.76	1.54	120	15	69	13	40	32	65	1075	425
2	3	3.76	1.39	108	13	80	14	40	25	65	900-950	400
3	2	3.76	1.10	90	11	74	13	38	22	50	675	320

Der in dem Holzschnitte Fig. 23 (Seite 57) dargestellte Göpel hat ebenfalls eine sehr beträchtliche Verbreitung gefunden. Die Anordnung ist leicht zu verstehen: Auf einem starken Rahmen aus Eichenholz, welcher beim Betriebe am besten auf einem, im Boden eingelassenen Rahmen mittelst Schrauben befestigt wird, ruht in zwei gußeisernen gewölbten Trägern mit doppelt T förmigem Querschnitte ein hölzerner Doppelbalken, welcher in der Mitte das Halslager der Göpelspindel umfaßt. Innerhalb des Halslagers, und zwar unmittelbar auf der Welle, ist eine gußeiserne Muffe aufgesteckt, welche an beiden Enden mit schwalbenschwanz-förmigen Mitnehmern ausgerüstet ist. Durch eine entsprechende Kuppelung der Muffe, oberhalb mit dem Zugkreuze und unterhalb mit dem conischen Hauptrade, wird der Antrieb vom Zugkreuze auf dieses übertragen. Die stehende Welle trägt das Rad auf einem Bunde, und zwar ist, um ein Gleiten des Rades auf diesem zu verhindern, die Verbindung desselben mit der Achse durch einen Zapfen bewerkstelligt. Die nämliche Bewegungsübertragung ist für das conische Getriebe und das auf derselben Welle sitzende Stirnrad in Anwendung gebracht worden.

Diese Uebertragung der Kraft vom Zugkreuze auf das Hauptrad und von einem Zahnrade auf das andere ohne Inanspruchnahme der Hauptachse und der liegenden Welle, auf welchen keines der Räder aufgekeilt ist, trägt jedenfalls zur Bruchsicherheit dieser Göpel wesentlich bei.

Von den zahllosen Constructionen liegender Göpel für 1 bis 2 Pferde sei hier der in Fig. 24 dargestellte Göpel von Hofherr in Wien erwähnt, welcher in neuerer Zeit namentlich zum Betriebe kleiner Dreschmaschinen vielfache Verwendung findet. Wie bei dem Glockengöpel steht auch hier der Zapfen fest, während sich das Hauptrad um denselben dreht.

1) Bei den Göpeln Nr. 0 und 1a ist der Zahnkranz in Theilen gefertigt und an der Glocke angeschraubt.

Das erste Vorgelege ist ein Stirnräder-Paar, während die conischen Räder den Betrieb auf die Klauenkuppelung fortpflanzen. Der Preis dieses Göpels beträgt mit einem Zugbaume 170 Gulden, mit zwei Zugbäumen 180 Gulden ö. W.

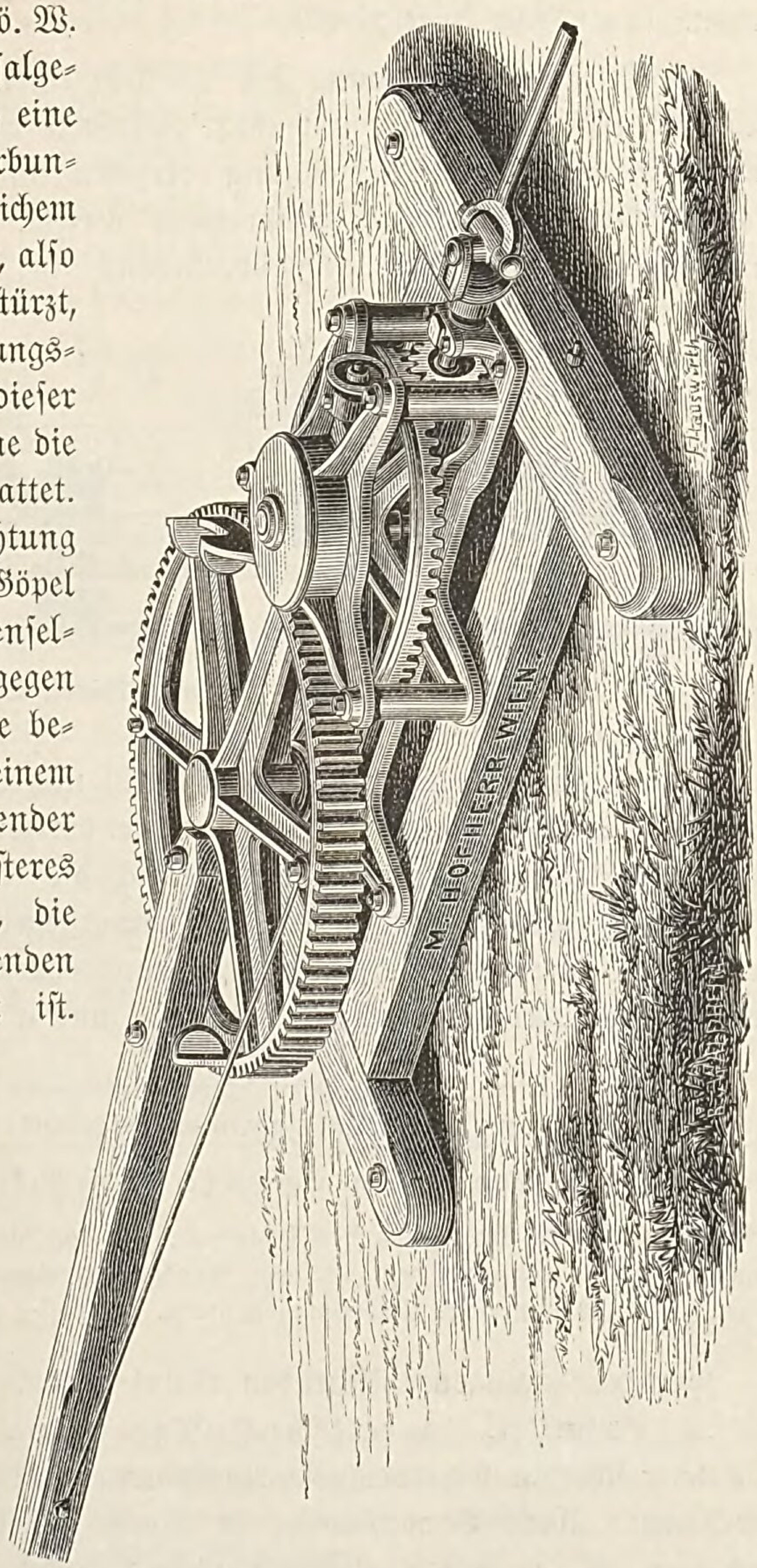


Fig. 24. Liegender Göpel.

Mit dem Universalgelenke wird gewöhnlich eine Auslösevorrichtung verbunden, welche bei plötzlichem Stillstande des Göpels, also wenn ein Zugthier stürzt, selbstthätig die Kuppelungswelle auslöst und dieser mit der Arbeitsmaschine die weitere Drehung gestattet. Eine derartige Vorrichtung darf bei keinem Göpel fehlen, wenn man denselben nach Möglichkeit gegen Brüche sichern will; sie besteht gewöhnlich aus einem Sperrade mit eingreifender Klinke, von denen ersteres auf dem getriebenen, die Klinke auf dem treibenden Wellentheile befestigt ist. Sobald letzterer plötzlich seine Bewegung sistirt, gestattet die Klinke eine unbehinderte Drehung des Sperrades mit den daran anschließenden Wellen. Es unterliegt übrigens keinem Anstande, diese Vorrichtung anstatt an dem Göpel an der Arbeitsmaschine anzubringen.

Die in Fig. 24 dargestellte Göpelconstruction ist namentlich in Oesterreich sehr beliebt, während man in Deutschland für 1 bis 2 Pferde die

sogenannten Bügelgöpel vorzieht, bei welchen die Hauptachse und die Achse des Vorgeleges in einem von einem gußeisernen Bügel gehaltenen Halslager drehbar sind und in der gußeisernen Grundplatte des Gestelles spuren. (Lanz'sche Bügelgöpel.)

Die Durchschnittszeichnung Fig. 25 stellt einen in Nordamerika sehr verbreiteten Göpel für vier und mehr Zugthiere dar. Der große Zahnkranz a ist mit innerer Verzahnung versehen und wird durch die bei b angreifenden Zugarme in Umdrehung versetzt. Bei c und c' greifen kleine Getriebe, diametral gegenüberstehend, in den Zahnkranz a ein,

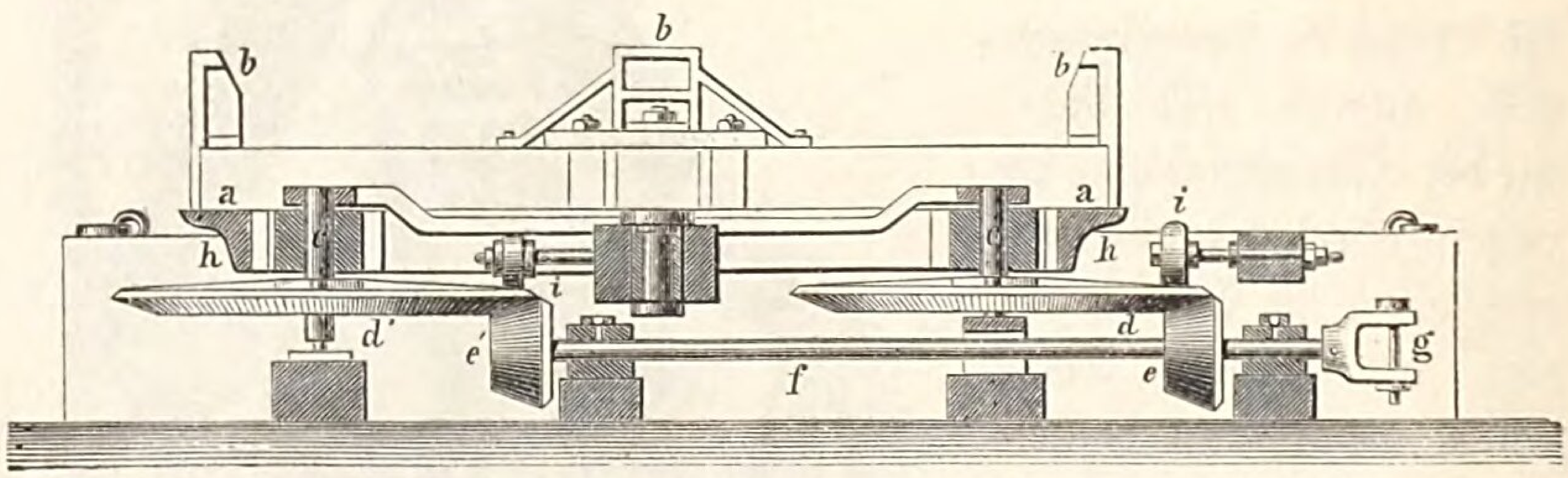


Fig. 25. Amerikanischer liegender Göpel, Durchschnitt.

auf deren Achsen sich die conischen Räder d und d' befinden, welche die conischen Getriebe e und e' und damit die horizontale Welle f in Umdrehung versetzen. Auf dieser befindet sich die Universalklaue g. Das Hauptrad a wird an vier Stellen des hervorstehenden Kranzes h durch (aus der Zeichnung nicht ersichtliche) Führungsrollen unterstützt. Aehnliche Rollen i sind über den conischen Rädern d und d' angebracht.

Als Beispiel seien hier die Zahnradverhältnisse eines Göpels dieses Systemes für zehn Pferde (je ein Paar an fünf Zugarmen) aufgeführt: Rad a 136, c 14, conische Räder d 88, e 16 Zähne; demnach ergeben sich für die Welle g $\frac{136}{14} \cdot \frac{88}{16} = 53.4$ Umdrehungen bei einer Umdrehung des Hauptrades, so daß die letztere bei der normalen Gangart der Pferde und dem üblichen Rundgangdurchmesser (10 Meter für große Göpel) etwa 100 minutliche Umdrehungen macht.

Zu der Gruppe der liegenden Göpel gehört auch der in früherer Zeit viel verbreitete Barrett'sche Cylindergöpel, Taf. II Fig. 3 und 4, welcher sich durch compendiöse Anordnung und geschickte Transmission auszeichnet, überdies vollständig in einem gußeisernen Cylinder eingeschlossen ist, so daß Verletzungen der Arbeiter, die bei den offenen Göpeln nur zu leicht vorkommen, sicher vermieden werden. Leider sind die schädlichen Widerstände beim Betriebe dieses Göpels so hoch, daß der Nutzeffect desselben erheblich niedriger ausfällt als bei anderen

Göpeln, weßhalb er auch in neuerer Zeit keine weitere Verbreitung gefunden hat[1]).

In dem oberen Kranze des feststehenden Cylinders ist eine innere Verzahnung eingegossen, während der Deckel des Cylinders von den Zugschwengeln in Umdrehung versetzt wird. In demselben sind in gleichem Abstande von der Mitte drei Zapfen eingesetzt, welche lose die Zahnräder r aufnehmen. Diese sind einerseits in Eingriff mit der inneren Verzahnung des Cylinders, werden also bei der Drehung des Deckels in Umdrehung versetzt und betreiben andererseits das fest auf der Mittelachse (die lose durch den Deckel geht und bei a und a′ gelagert ist) sitzende Getriebe p. Durch conische Räder m und n wird der Betrieb auf die Welle c weiter geführt.

Bezeichnen R und r die Durchmesser oder Zähnezahlen der festen inneren Verzahnung des Cylinders und des Rades p auf der Mittelachse des Göpels, so macht diese letztere

$$\frac{R}{r} + 1 \text{ Umdrehungen}$$

bei einer Umdrehung des Deckels bez. bei einem Pferdeumgange[2]).

Besitzt z. B. die Verzahnung des Cylinders 56, das Rad p 11 Zähne, so macht die Achse aa′ $\frac{56}{11} + 1 = 6.09$ Umdrehungen für jede Umdrehung des Deckels; nehmen wir das Räderverhältniß m:n gleich 5.5:1, so erhalten wir für die Klauenkuppelung 6.09 . 5.5 = 33.5 Umdrehungen pro Pferdeumgang. Bei einem Rundgangdurchmesser von 8 Meter und 0.90 Meter secundlicher Geschwindigkeit der Pferde macht der Deckel eine Umdrehung in 27.9 Secunden, demnach 2.15 minutliche Touren; es macht somit die Klauenkuppelung 2.15 . 33.5 = 72 Umdrehungen pro Minute.

Die Gewichte und Preise der Cylindergöpel, erstere ohne die Transmissionstheile, sind in der Ausführung der Gräfl. Einsiedel'schen Werke zu Gröditz (Königreich Sachsen) folgende:

Gattung	Gewicht. Kilogramm.	Preis. Mark.
Großer Göpel für 4 Pferde	670	426
Großer Göpel für 2 und 3 Pferde	650	421
Kleiner Göpel für 2 Pferde	575	340

1) Danach könnte von einer Beschreibung desselben hier Abstand genommen werden und erfolgt dieselbe lediglich zur Darlegung der originellen Transmission und in der nicht unberechtigten Annahme, daß, wenn die älteren Constructionen vollständig vergessen sind, das System in verbesserter Form wieder auftauchen wird.

2) Das Rädervorgelege des Barrett'schen Göpels gehört zu der Gruppe der sog. Differentialvorgelege, deren Theorie übersichtlich entwickelt wird in Weisbach's Ingenieur- und Maschinenmechanik, III. Theil, zweite, von G. Hermann bearbeitete Auflage, Seite 237 u. f.; Braunschweig 1876.

Die einfachsten aller liegenden Göpel sind unzweifelhaft die sog. **Schraubengöpel**, zumeist für 1 bis 2 Pferde eingerichtet, bei welchen durch die Zugschwengel ein Schneckenrad, um einen festen Zapfen drehbar, in Umdrehung versetzt wird. Dasselbe betreibt eine Schnecke, deren Welle unmittelbar die Klauenkuppelung aufnimmt. Man kann durch dieses einfache Vorgelege eine sehr bedeutende Umsetzung erzielen, da jede Verschiebung des Schneckenrades um einen Zahn bei einfacher Steigung der Schnecke einer vollen Umdrehung der Schneckenwelle entspricht. Da jedoch Reibung und dementsprechend Abnutzung größer ausfallen als bei den Göpeln mit gewöhnlichen Zahnradtransmissionen, so werden die Schraubengöpel niemals in allgemeine Anwendung kommen, trotzdem sie erheblich leichter und billiger sowie nicht so leicht Brüchen ausgesetzt sind als gewöhnliche Zahnradgöpel. Um die Reibung der Schraubenräder zu vermindern, wandte man auch zuweilen das **Bourdon**'sche Schneckenvorgelege an, d. h. ein Schraubenrad, welches an seinem Umfange anstatt mit festen Zähnen mit kleinen drehbaren Rollen ausgerüstet ist, in deren Lücken die Gänge der Schnecke eingreifen. Auch bei dieser Anordnung ergab sich die Abnutzung derartig hoch, daß dieselbe keine nennenswerthe Verbreitung finden konnte[1]).

2. Die Säulengöpel.

Der zur Zeit beliebteste Säulengöpel von **Pinet** in Abilly (Frankreich) ist auf Taf. II Fig. 5 und 6 dargestellt. Das Stirnrad a, welches sich um den unteren Theil der hohlen Säule c dreht, nimmt die Göpelarme bb auf und wird durch den Gang der Zugthiere in Umdrehung versetzt. Dasselbe steht mit dem Getriebe d in Eingriff, welches mit dem Rade e aus einem Stücke gegossen ist. Beide laufen auf einem in der Grundschwelle des Göpels eingesetzten Zapfen. Das Getriebe f, von dem Rade e in Umdrehung versetzt, betreibt die durch die Säule c geleitete Spindel g, die in einem Spurlager der Grundplatte und einer oben in der Säule eingesetzten Buchse läuft. Auf dem oberen Ende der Spindel befindet sich die horizontale Riemenscheibe h, jedoch lose und nur durch die Sperrkuppelung i mit der Spindel verbunden. Ein Stift, durch einen seitlichen Ansatz der Nabe gesteckt und lose in demselben verschiebbar, bewirkt bei der Drehung in einer Richtung das Mitnehmen der Riemenscheibe, dagegen eine selbstthätige Auslösung, sobald der Umgang in entgegengesetzter Richtung stattfindet, oder wenn der Göpel plötzlich zum

1) Die Abbildung eines derartigen Göpels in der Zeitschrift: Der Cultur-Ingenieur, Band I, Seite 474; Braunschweig 1868.

Stillstande kommt, z. b. beim Stürzen eines der Zugthiere. In diesem Falle gleitet die Berührungsfläche des Stiftes über den Verzahnungen der Sperrkuppelung und wird so eine weitere Drehung der Riemenscheibe mit der Arbeitsmaschine ermöglicht, indem der Stift sich entsprechend jedem Zahne auf- und niederbewegt.

Die Uebertragung der Bewegung erfolgt unmittelbar von der horizontalen Riemenscheibe h auf die verticale Scheibe der Arbeitsmaschine, eine Anordnung, welche sich namentlich für Göpeldreschmaschinen recht gut bewährt hat[1]).

Bei der in der Zeichnung dargestellten Anordnung besitzt das Zahnrad a 92, d 13, e 148 und f 16 Zähne; die Welle g macht somit $\frac{92}{13} \cdot \frac{148}{16} = 65.5$ Umdrehungen bei einem Umgange der Zugthiere.

Gewicht des Pinet'schen Göpels für zwei Pferde (in der Ausführung von Umrath & Co. in Prag) 485 Kilogramm, auf einem zweiräderigen Fuhrwerke mit einem dritten Steuerrade montirt, 585 Kilogramm; Preise bez. 145 u. 185 Gulden ö. W.

Taf. II Fig. 1 und 2 transportabler Säulengöpel von Albaret in Liancourt (Frankreich). Das Rad a, an welchem die Schuhe b zur Aufnahme der Zugarme angegossen sind, besitzt in der Mitte keine Lagerung, sondern wird durch eine Anzahl verstellbarer, horizontaler und verticaler Laufrollen geführt; dasselbe betreibt mittelst innerer Verzahnung das Getriebe h, von welchem durch ein weiteres Stirnradvorgelege die durch die Säule c geleitete Spindel in Umdrehung versetzt wird. Die Säule wird von einem kräftigen Gerüst d getragen, welches auf den Grundschwellen befestigt ist. Durch conische Räder m und n wird die horizontale Welle o mit den beiden Riemenscheiben q und q' von verschiedenem Durchmesser betrieben; hierdurch ist es ermöglicht, Arbeitsmaschinen, welche sehr verschiedene Umdrehungsgeschwindigkeiten verlangen, ohne Schwierigkeiten arbeiten zu lassen.

Im Allgemeinen muß die Benutzung einer horizontalen Welle als vortheilhaft bezeichnet werden, trotz der hierdurch — im Vergleiche zu der Pinet'schen Anordnung — resultirenden Complication, namentlich aus dem Grunde, weil man die Arbeitsmaschinen in beliebiger Höhe aufstellen kann, während bei Ableitung des Riemens von einer horizontalen auf eine verticale Scheibe die Höhenlage der Arbeitsmaschine durch die Aufstellung des Göpels bestimmt bezeichnet ist.

Nachdem wir in dem Vorstehenden die wichtigsten Typen der Rundganggöpel kennen gelernt haben, sind noch einige allgemeine Bemerkungen

1) Im Abschnitte II wird dargelegt werden, unter welchen Bedingungen eine derartige Riementransmission zulässig ist.

über den Werth der beiden geschilderten Systeme und über die schädlichen Widerstände beim Betriebe des Göpels anzufügen.

Es ist nicht leicht, ohne Voreingenommenheit für ein bestimmtes System die Vorzüge und Nachtheile der liegenden und Säulengöpel darzulegen. So viel muß jedenfalls vorausgeschickt werden, daß beide Systeme durchaus brauchbar sind und daß man demnach durch eine Parallele zwischen beiden nur feststellen kann, in welchen Fällen das eine, in welchen das andere vorzuziehen ist.

Der Säulengöpel hat den Vortheil, daß die Riementransmission den Gang der Zugthiere nicht hindert und daß eine Beschädigung der Arbeiter, welche namentlich an der dicht am Boden laufenden Kuppelungsstange mit ihren hervorstehenden Theilen, den Universalklauen, leicht stattfindet, nicht eintreten kann. Ferner, daß in der Riementransmission ein Mittel gegeben ist, um bei plötzlichen, stoßweise auftretenden Kräften Brüche zu verhüten, da in diesem Falle der Riemen gleiten wird. Thatsächlich sind Säulengöpel mit ihren anhängenden Arbeitsmaschinen weniger Brüchen ausgesetzt als liegende Göpel, wenn bei diesen kein Gleiten irgend eines eingeschalteten Maschinentheiles stattfinden kann, die einwirkenden Kräfte vielmehr unbedingt die entsprechenden Bewegungen erzeugen müssen.

Beide hier geschilderten Vortheile der Säulengöpel können aber auch bei den liegenden Göpeln erzielt werden, wenn man den Betrieb nicht durch eine Kuppelungsstange allein auf die Arbeitsmaschine überträgt, sondern die Transmission vom Göpel auf diese nach Fig. 26 anordnet. Hier ist gleichfalls eine Riemenübertragung angewendet, so daß bei plötzlich erhöhten Widerständen oder bei Stößen, veranlaßt durch das schnelle Anziehen der Zugthiere, ein Gleiten des Riemens und somit eine zeitweilige Auslösung des Betriebes erfolgt. Im Uebrigen lassen sich durch leichte Bretterverkleidungen die tiefliegenden Transmissionstheile derartig verdecken, daß eine Beschädigung der Arbeiter sicher vermieden wird[1]).

---

1) Leider werden derartige Schutzvorrichtungen nicht überall angewendet und kommen deßhalb noch alljährlich beim Betriebe der Göpeldreschmaschinen zahlreiche Unglücksfälle vor. Polizeiliche Vorschriften können hier wenig nützen, da solche nur erlassen werden sollten, wenn die Behörden auch in der Lage sind, die stricte Durchführung zu controlliren, was bei den oft wechselnden Standorten der Maschinen nicht möglich ist. Weit wirksamer wäre hier, wo die Unglücksfälle immer der mangelhaften Anordnung der Maschine zugeschrieben werden müssen, ein strenges Haftpflichtgesetz, welches sicherlich in kürzester Zeit die heutigen Tages noch allerwärts anzutreffenden offenen Göpel mit ungeschützter Transmission beseitigen wird.

Die guten Eigenschaften des Säulengöpels treten jedoch nur bei Göpeln für schwächere Betriebskräfte hervor, also für 1 bis 2 Pferde. Für stärkere Göpel empfiehlt sich der liegende Göpel mehr als der Säulengöpel, da die Stabilität des letzteren eine geringe ist und somit leicht Erschütterungen eintreten, welche den Gang nachtheilig beeinflussen. Es ist zu berücksichtigen, daß die Betriebskraft von einer sehr hoch gelagerten Riemenscheibe abgeleitet wird, deren Unterstützung, d. h. die Säule mit ihrem Zubehör, in außerordentlich kräftigen Abmessungen hergestellt werden müßte, wenn Vibrationen zuverlässig vermieden werden sollen. Deßhalb ist man auch fast allgemein zu dem Resultate gelangt, die Säulengöpel nur für 1 bis 2 Zugthiere zu verwenden.

Was sonst gegen den Säulengöpel eingewendet wird, z. B. daß der Riemen leicht überspannt wird, schneller Abnutzung unterliegt, leicht, namentlich bei feuchter Witterung schlaff wird u. s. w., hat sich in der Praxis nicht als so nachtheilig erwiesen, wie es zuweilen geschildert wird. Selbstverständlich muß der Riemen richtig gespannt sein; bei einiger Uebung bewerkstelligt aber jeder einigermaßen geschickte ländliche Arbeiter die Aufstellung des Säulengöpels

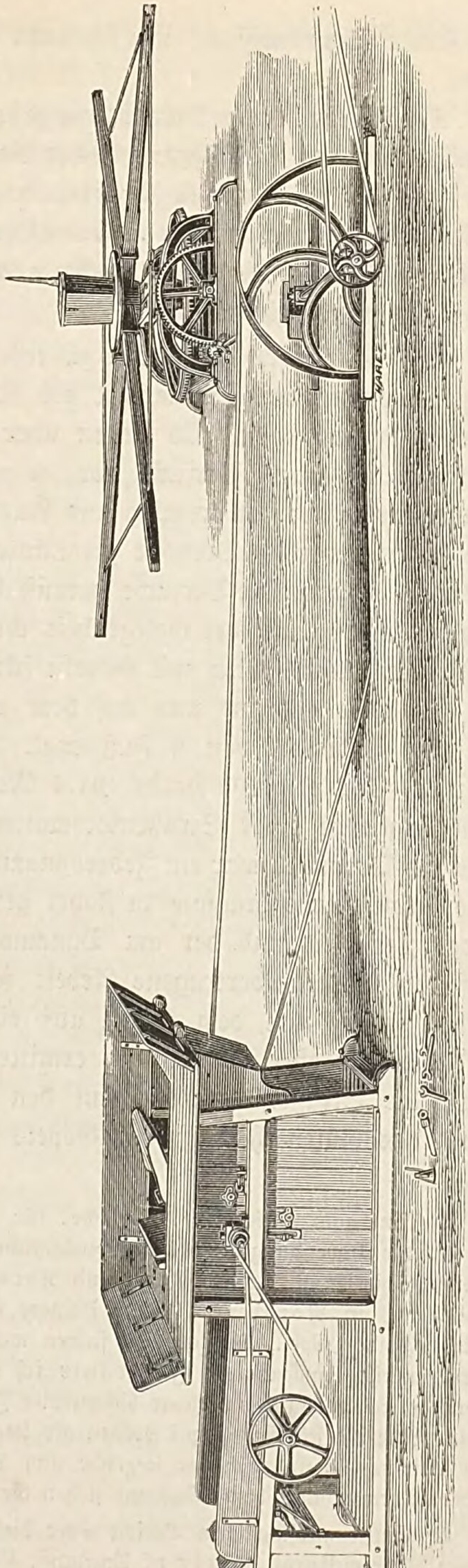


Fig. 26. Liegender Göpel mit Riementransmission.

mit seiner Transmission, wie ich recht häufig zu beobachten Gelegenheit hatte.

Als Resultat dieser Betrachtung geht somit hervor, daß, eine gleich gute Construction und Ausführung beider Gattungen von Göpeln vorausgesetzt, für schwächere Betriebskräfte, d. h. bis 2 Zugthiere, sowohl Säulen- als auch liegende Göpel empfehlenswerth, für stärkere Betriebskräfte, d. h. für mehr als 2 Zugthiere, die liegenden Göpel vorzuziehen sind[1]).

Es bleibt noch die Frage zu erörtern, wie viel von der auf den Göpel übertragenen Totalarbeit als Nutzarbeit auf die Arbeitsmaschine geleitet werden kann. Es liegen über diese wichtige Frage verhältnißmäßig wenig exacte Versuche vor, so nothwendig dieselben auch für die Beurtheilung der Construction und Ausführung der Göpel sind. Namentlich fehlen derartige Versuche für Säulengöpel vollständig. Die einzigen, gründlich angestellten Versuche veranstaltete die Königliche Ackerbaugesellschaft von England bei Gelegenheit ihrer Ausstellung zu Oxford 1870[2]), und zwar ausschließlich mit Göpeln für 2 Pferde. Bei denselben wurden die Zugarme entfernt und auf dem oberen Ende der Hauptachse eine hölzerne Trommel von 8 Fuß engl. (2.44 Meter) aufgesetzt. Um diese war ein Seil von 100 Yards (91.4 Meter) Länge gewunden, welches an dem Zughaken einer Straßenlocomotive befestigt war; zwischen letzterer und der Trommel war ein Federdynamometer eingeschaltet. Die Straßenlocomotive wurde langsam in Fahrt gesetzt, wobei aus dem zurückgelegten Wege, der Zeit und der am Dynamometer abgelesenen Spannung die auf den Göpel übertragene Arbeit festgestellt werden konnte. Diese Arbeit wurde von dem Göpel auf ein Bremsdynamometer übertragen und hier die effective Leistung ermittelt; das Verhältniß dieser zu der durch die Straßenlocomotive auf den Göpel übertragenen Arbeit giebt somit das Güteverhältniß des Göpels an. In dieser Weise wurden 21

---

1) Eine ganz auffallende Thatsache, für welche ich keine sichere Erklärung weiß, ist, daß die Anwendung der beiden Göpelgattungen und auch der Tretwerke nach Ländern streng geschieden ist. In England und Norddeutschland wendet man nur liegende Göpel an, in Nordamerika für kleinere Betriebskräfte fast nur Tretwerke, sonst stets liegende Göpel. Säulengöpel finden weder in England noch in Norddeutschland oder Amerika Anwendung. In Frankreich und Süddeutschland benutzt man mit Vorliebe Säulengöpel und zwar bis zu vier Zugthieren, für zwei Zugthiere fast allgemein. Nur die stärksten Göpel werden als liegende construirt. In Oesterreich findet auf kleineren Besitzungen der liegende und Säulengöpel, auf größeren fast nur der erstere Verwendung; beide Systeme stehen hier in gleicher Weise in gutem Ansehen.

2) Einen ausführlichen Bericht über diese Versuche enthält das Journal of the Royal Agricultural Society of England, Vol. VI, Seite 461—468.

Göpel geprüft, von denen 8 Exemplare prämiirt wurden; der Nutzeffect der letzteren differirte zwischen 69.3 und 78.8 Procent.

Bei der nämlichen Prüfung lieferte der Barrett'sche Cylindergöpel, welcher nicht prämiirt wurde, einen Nutzeffect von 66.8 Procent. Durch musterhafte Ausführung der Verzahnungen sowie durch Verwendung von Stahlachsen, deren Durchmesser ein geringerer sein kann als bei schmiedeeisernen oder gußeisernen Achsen sowie durch gute Ausführung der Lager könnte sicherlich ein noch besseres Ergebniß als bei diesen Versuchen erzielt werden. Vor der Hand wird man jedoch im Durchschnitte keinen höheren Nutzeffect als 70 Procent annehmen dürfen.

3. Die Tretgöpel.

Die Zeichnung Taf. I Fig. 5 und 6 stellt ein gutes Muster der in Nordamerika allgemein angewendeten Tretgöpel für ein Pferd dar[1]) (System Emery). Das Pferd wird in einem sich nach oben erweiternden Kasten eingestellt, dessen geneigter Boden einen Theil der endlosen Bahn bildet. Dieselbe besteht aus den Dielen aa, deren beiderseitigen Enden mit den Gliedern zweier endloser, aus einzelnen Gelenken gebildeter Ketten verschraubt sind. Die Bolzen c halten die einzelnen Kettenglieder zusammen und verbinden gleichzeitig die beiden Ketten, dergestalt, daß ihre Bewegung nur gemeinschaftlich erfolgen kann. An den Enden derselben sitzen die aus Hartguß gefertigten Laufrollen d, welche auf den Schienen e laufen, die auf den Balken f des Gestelles befestigt sind. Am Ende des Tretwerkes geht die so hergestellte endlose Bahn über eine aus zwei Scheiben g gebildete Trommel, welche auf der Welle h aufgesetzt ist. Die Bolzen c legen sich bei der Verschiebung der Bahn in die entsprechenden Ausschnitte der Trommel g und setzen diese somit in Umdrehung. Durch eine Zahnradübertragung wird von h eine Vorgelegswelle mit dreifach erhöhter Geschwindigkeit betrieben und von dieser mittelst der Riemenscheibe l der Betrieb auf die Arbeitsmaschine abgeleitet. Die Lager beider Wellen sind aus je einem Stücke gefertigt und erfolgt die Spannung der Kettenbahn durch eine Stellschraube k, mittelst welcher diese Lager zu dem entgegengesetzten Ende der Schienenbahn eingestellt werden können. Die Transmission ist derartig bemessen, daß, wenn das Pferd die Bahn mit einer Geschwindigkeit von 1 Meter pro Secunde bewegt, die erste Welle 52.5, die zweite 157.5 Touren pro Minute macht.

1) Mit Benutzung von Zeichnungen in der Zeitschrift: Der Cultur-Ingenieur Band I, Seite 319.

An der Riemenscheibe l ist eine kräftig wirkende Bremse angebracht, welche mittelst eines langen Hebels, der häufig noch mit einem Gewichte belastet wird, derartig gegen die Scheibe gepreßt werden kann, daß das Pferd nicht im Stande ist, eine Bewegung des Göpels zu erzeugen. Die Bremse wird in Function gesetzt, wenn das Pferd auf das Tretwerk geführt wird, was mit Hülfe der Brücke p geschieht. Die Einspannung des Pferdes erfolgt an dem vorderen Querriegel und mittelst eines kleinen Ortscheites an dem hinteren, zum Herausnehmen eingerichteten Querriegel q. Durch Lösung der Bremse setzt sich die Bahn allmälig in Gang, wonach das Pferd gezwungen ist, in gleichem Maße vorwärts zu schreiten. Sobald der Betrieb sistirt werden soll, wird die Bremse angezogen; namentlich ist dies aber erforderlich, wenn die Arbeitsmaschine plötzlich, zum Beispiel durch Herabfallen des Betriebsriemens, ausgelöst wird. In diesem Falle würde das Tretwerk einen wesentlich beschleunigten Gang annehmen, wodurch das Arbeitsthier leicht Schaden nehmen könnte.

Um diese Gefahr zuverlässig zu beseitigen, besitzen viele der neueren amerikanischen Tretgöpel Regulatoren, welche bei erhöhter Geschwindigkeit selbstthätig die Bremse in Function setzen. Fig. 27 stellt einen derartigen Regulator des Heebner'schen Göpels dar. Der äußere Ring a ist concentrisch zu der Arbeitswelle an dem Seitenrahmen des Tretwerkes befestigt; in demselben dreht sich ein Kreuz, in welchem der Regulator eingesetzt ist. Sobald in Folge erhöhter Geschwindigkeit die Gewichte b auseinander gehen, werden mittelst der dargestellten Heveltransmission die beiden Bremsbacken c gegen den innern Umfang des Ringes a gepreßt, wodurch eine Verzögerung der Geschwindigkeit bez. der Stillstand des Göpels herbeigeführt wird. Die Spiralfeder d verhindert, daß der Regulator früher in Wirkung tritt, als bis die Geschwindigkeit einen schädlichen Grad erreicht hat.

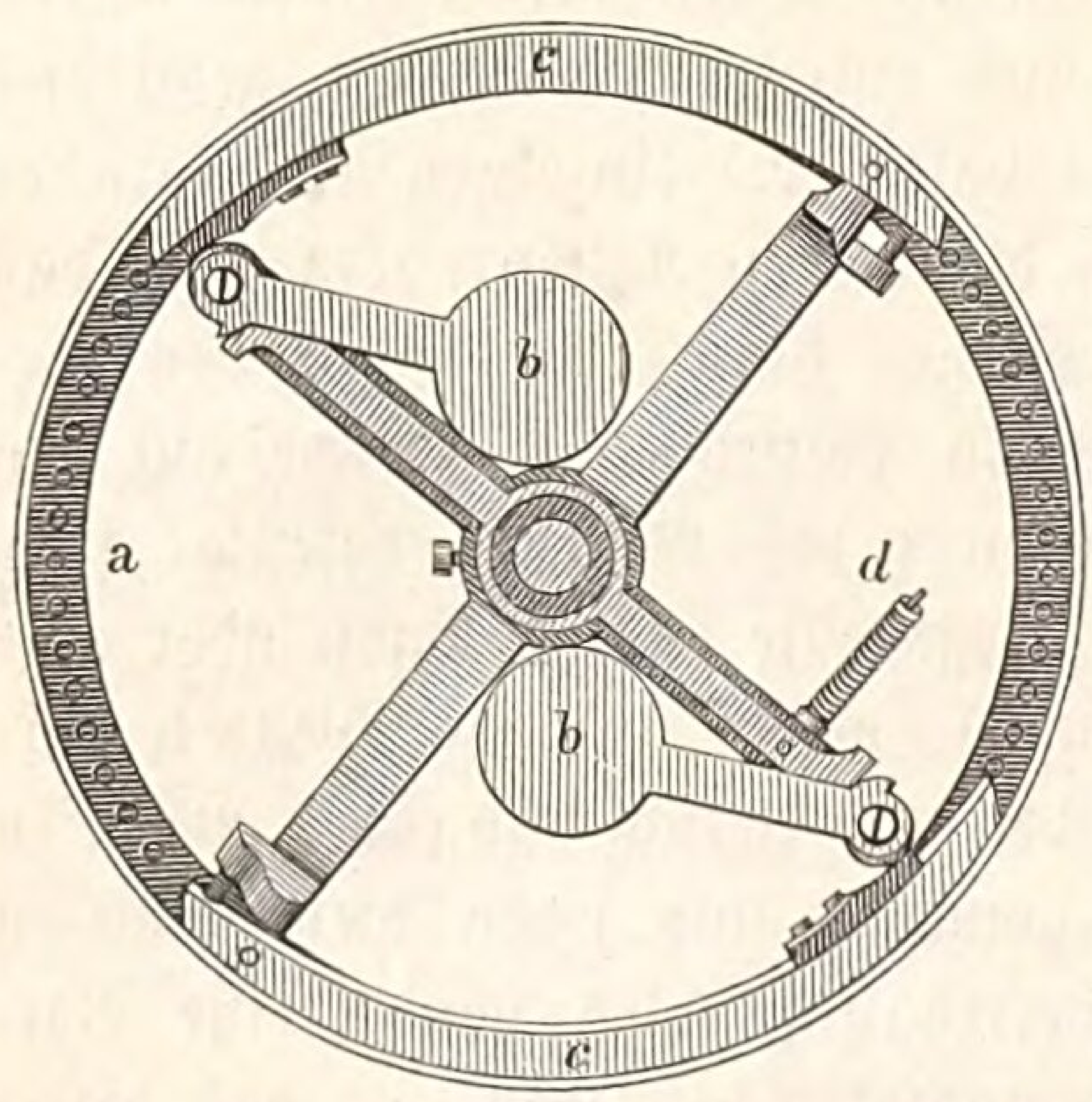


Fig. 27. Regulator eines Tretgöpels.

Fig. 28 giebt eine Darstellung des Wheeler'schen, zur Zeit sehr beliebten Tretgöpels, bei welchem die Bremsvorrichtung eigenthümlich angeordnet ist. Mit dem Bremshebel a ist die Spannrolle b verbunden, welche dem Betriebsriemen die erforderliche Spannung verleiht. Sobald dieser herabgleitet, sinkt der Hebel herab, wodurch die Bremsbacke gegen

die Riemenscheibe angepreßt wird. Zwischen der Rolle b und dem Hebel a ist überdies eine Feder eingeschaltet, welche es ermöglicht, den Göpel auch mit der Hand zu bremsen, ohne die Spannrolle aus ihrer Lage zu bringen. In diesem Falle dreht sich beim Zusammendrücken der Feder der Hebel um den Angriffspunkt des Rollenarmes, so daß die Rolle ihre Länge unverändert beibehält. Gewichte und Preise dieses Göpels:

Anzahl der Pferde	1	2	3
Gewicht in Kilogramm	450	1000	1350
Preise in Dollars[1])	155	240	310

Die Leistung des Pferdes am Tretwerke müßte die nämliche sein wie am Wagen, wenn dieselbe rein vom theoretischen Standpunkte aus

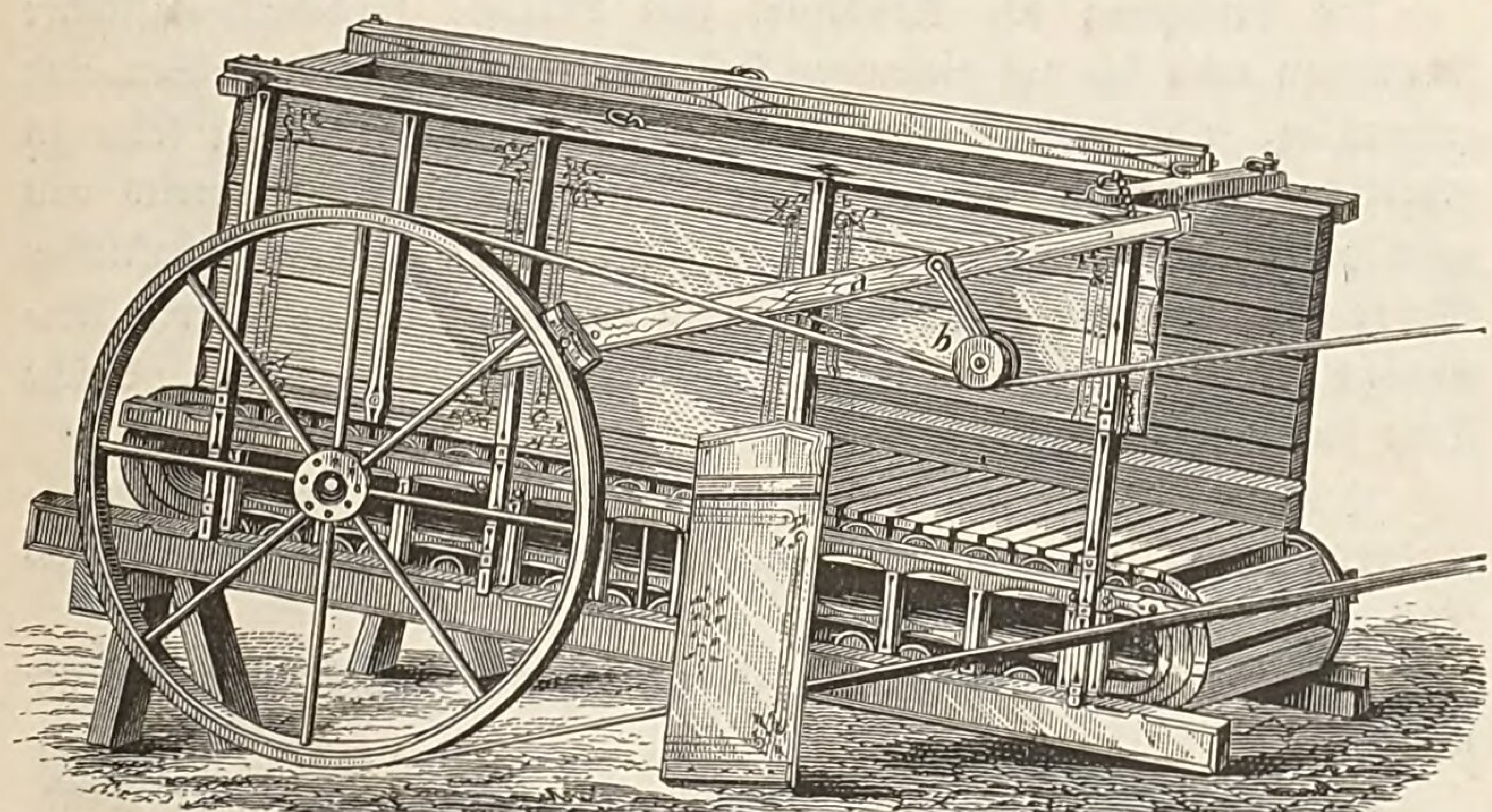


Fig. 28. Amerikanischer Tretgöpel von Wheeler.

geprüft wird. Jedoch ist nicht daran zu zweifeln, daß die Tagesleistung niedriger ausfallen wird als beim Ziehen eines Fuhrwerkes auf der Straße, da die andauernde geneigte Stellung des Pferdes, die Unmöglichkeit, nach Belieben eine kurze Ruhepause eintreten zu lassen, kurz die unnatürliche Verwendung desselben die Gesammtleistung herabdrückt. Dieselbe ergiebt sich aber höher als die Leistung der Zugthiere am Rundganggöpel, und zwar aus dem Grunde, weil die bei letzteren in Folge des Laufens in der Kreisbahn entstehenden Verluste (vergl. Seite 35) bei dem Tretgöpel nicht eintreten. In der That stimmen die durch dyna-

1) Die Preise sind die in Amerika üblichen Detailpreise; dieselben würden sich jedoch beim Bezuge nach Europa kaum erhöhen.

mometrische Messungen ermittelten Resultate der Nutzleistung der Zugthiere am Tretgöpel und am Rundganggöpel recht gut mit den oben gegebenen Zahlen überein; sie erweisen als Mehrleistung des Tretgöpels 18 bis 25 Procent[1]).

Es sei hier noch hinzugefügt, daß in Nordamerika diese Tretgöpel in kleinsten Abmessungen auch zum Betriebe durch Hunde benutzt werden; dieselben dienen vornämlich zum Treiben von Buttermaschinen, Fleischhackmaschinen und ähnlichen, eine geringe Betriebskraft erfordernden Arbeitsmaschinen. Jedoch ist die Verbreitung dieser Hunde-Tretwerke eine immerhin nur beschränkte geblieben.

C. Die Windräder.

Die Benutzung der Windkraft zum Betriebe landwirthschaftlicher Maschinen muß sich auf diejenigen Arbeiten beschränken, bei welchen eine zeitweilige, selbst längere Zeit hindurch andauernde Sistirung keine zu erheblichen Nachtheile mit sich führt. Daraus ergiebt sich bereits von vorn herein, daß in der Regel das Windrad als landwirthschaftlicher Motor nicht vortheilhaft geeignet ist und daß nur unter besonderen Umständen seine Verwendung zuläßig oder empfehlenswerth ist. Solche Fälle sind namentlich:

1) wenn der Ort der Aufstellung des Motors für den Betrieb besonders günstig ist, d. h. wenn an demselben vorwiegend ein für das Rad angemessener Wind weht,

2) wenn die zu verrichtende Arbeit längere Unterbrechungen gestattet,

3) wenn die Arbeit eine derartige ist, daß bei günstiger Windgeschwindigkeit ein Aufspeichern derselben für den Fall des Stillstandes des Windrades möglich ist,

4) wenn noch ein zweiter Motor zur Verfügung steht, welcher im Falle länger anhaltender Windstille zur Verwendung gebracht werden kann.

Der ad 1 angeführte Umstand ist bei der Aufstellung eines Windrades ganz besonders zu berücksichtigen. Die für den Betrieb des Windrades vortheilhafteste Geschwindigkeit der Luft ist 7 Meter pro Secunde; arbeiten kann das Rad freilich noch bei 4 Meter Geschwindigkeit, wenn auch hierdurch der Effect wesentlich verringert wird. Im Durchschnitte kann man im Binnenlande auf 150 Tage mit vortheilhafter Windgeschwindigkeit

1) Nach den von Mr. Amos, dem Ingenieur der Königlichen Ackerbaugesellschaft von England im Jahre 1859 angestellten Versuchen, welche leider nicht mit Göpeln und Tretwerken neuerer Construction wiederholt wurden.

— Windtage —, an der Meeresküste, z. B. in Holland und an der deutschen Nordseeküste, auf 280 Windtage im Jahre rechnen. Im Binnenlande stellen sich der Bewegung der Luft mancherlei Hindernisse entgegen; z. B. wird der Wind durch Gebirge, Hügelketten, Wälder, Seen, Gebäude abgeschwächt, so daß bei der Aufstellung des Rades stets im Voraus in Betracht zu ziehen ist, ob mit Sicherheit auf eine hinlängliche Anzahl von Windtagen gerechnet werden kann. In vielen Gegenden hat man zu gewissen Tageszeiten, z. B. Vormittags, fast immer vortheilhaften Wind für den Betrieb des Motors, so daß niemals längere Unterbrechungen stattfinden können.

Gewisse landwirthschaftliche Arbeiten gestatten keinen oder wenigstens keinen längeren Aufschub, z. B. der Betrieb der Futterbereitungsmaschinen; diese dürfen demnach nur in dem Falle durch Windräder betrieben werden, daß entweder die Arbeit für längere Zeit aufgespeichert werden kann oder ein Ersatzmotor vorhanden ist.

Das Aufspeichern der Arbeit (ad 3) ist jedoch stets nur in beschränktem Maße und in verhältnißmäßig geringen Mengen zulässig; ohne Anstand kann dasselbe beim Häckselschneiden ausgeführt werden, wohingegen Wurzelfrüchte ein längeres Aufspeichern in geschnittenem Zustande gewöhnlich nicht gestatten. Am meisten wird dasselbe beim Betriebe von Pumpwerken in Anwendung gebracht, und zwar durch Aufstellung von Reservoiren, welche man bei günstiger Windgeschwindigkeit füllt, um für den Fall der Windstille eine Reserve zu haben. Damit für alle Fälle über das erforderliche Wasserquantum (zum Wirthschaftsbedarf, für Bewässerungen u. s. w.) disponirt werden kann, müßten diese Reservoire jedoch außerordentliche Abmessungen erhalten, was zumeist wegen der Kostspieligkeit der Anlage unvortheilhaft ist.

Es wird sich demnach stets empfehlen, die Einrichtung zu treffen, daß Futterbereitungsmaschinen und Pumpen kleinerer Dimensionen, welche für den Betrieb durch Windräder eingerichtet sind, im Falle andauernder Windstille durch Arbeiter in Bewegung gesetzt werden können, und bei größeren Anlagen eine etwa vorhandene Locomobile in Verwendung zu bringen, falls das Windrad zum Stillstande kommt. Auch können Fälle vorkommen, in denen es angezeigt ist, ein Windrad als Ersatz für die gewöhnlich arbeitende Dampfmaschine aufzustellen, um bei günstigem Winde den Betrieb ohne Aufwand von Brennmaterial- und Wärterkosten zu bewerkstelligen[1]).

---

1) Eine Dampfmaschine von 2 Pferdekraft erfordert täglich bei zehnstündiger Arbeitszeit 80 Kilogramm Kohlen, 0.50 Mark für Schmiermaterial und den Arbeitslohn für den Heizer. Das Windrad, welches bei günstigem Winde 2 Pferdekraft leistet,

Wir können die zur Zeit existirenden Windräder in drei Gruppen eintheilen, und zwar in

1) Windräder mit Flügeln,
2) Windturbinen,
3) Windräder mit Scheiben.

Die erste dieser Gruppen umfaßt die seit Alters her bekannten deutschen oder Bockwindmühlen, bei welchen das Flügelrad mit dem ganzen Gehäuse nach dem Winde gedreht wird und die holländischen oder Thurmwindmühlen, d. h. Windräder mit feststehendem Gebäude und einem drehbaren Dache, der Haube, mit welcher die Flügelwelle in die Windrichtung eingestellt wird. Vorwiegend finden diese Windräder Verwendung zum Betriebe von Mahlgängen und zum Wasserschöpfen für die Zwecke der Entwässerung, letzteres namentlich an der deutschen Nordseeküste und in Holland. Trotz der Verbesserungen, welche in der neueren Zeit an den holländischen Windmühlen ausgeführt wurden (selbstthätige Einstellung in die vortheilhafteste Windrichtung, Anwendung von Regulatoren, um die Geschwindigkeit bei wechselnder Windstärke einigermaßen constant zu erhalten), können diese Motoren nicht als vortheilhaft zum Betriebe landwirthschaftlicher Maschinen bezeichnet werden, da sie im Verhältnisse zu ihrer Leistung zu kostspielig sind und in außerordentlichen Abmessungen hergestellt werden müssen, wenn ihre Leistungsfähigkeit einigermaßen beträchtlich ausfallen soll[1]).

Die Windturbinen unterscheiden sich von den Windrädern mit Flügeln dadurch, daß sie eine verticale Drehachse besitzen, während der Flügelumfang eine Trommel um diese Achse bildet. Damit das Rad überhaupt zur Drehung komme, muß stets die Einrichtung getroffen sein, daß der Wind nur auf die eine Hälfte der der Windrichtung entgegenstehenden Fläche einen Druck ausüben kann. Es wird dies durch mehr oder minder vollkommene Anordnungen erreicht, in neuerer Zeit zumeist durch einen Apparat, ähnlich dem Leitschaufelapparate einer

---

kostet in der amerikanischen Construction einschl. der Montage 2000 Mark, demnach im Jahre bei 20 Procent für Zins, Amortisation und Reparaturen 400 Mark. Somit stellen sich die Betriebskosten desselben auf 2.66 Mark täglich, wenn das Rad 150 Tage im Jahre arbeiten kann. Es wird demnach sehr häufig der Fall eintreten, daß es rentabel ist, neben der Dampfmaschine ein Windrad aufzustellen, und zwar stets, wenn die Tageskosten der Dampfmaschine (Brennmaterial, Schmiere, Heizerlohn) höher sind als die sehr geringen Tageskosten des Windrades.

1) Aus diesem Grunde wird hier auf eine Beschreibung dieser Räder nicht näher eingegangen. Wer sich über die Anordnung derselben informiren will, findet eine erschöpfende und klare Darlegung in Rühlmann's Allgemeiner Maschinenlehre Band I, 2. Auflage Seite 455; Braunschweig 1875.

Radialturbine mit äußerer Beaufschlagung (siehe S. 86), welche durch eine Windfahne in großen Abmessungen derartig eingestellt wird, daß der Wind die Radschaufeln in der vortheilhaftesten Richtung trifft. Ich bezweifle, daß diese Construction für größere Leistungen, d. h. im vorliegenden Falle für mehr als 2 Pferdekraft, jemals vortheilhafte Verwendung finden wird, da die Trommel ganz außerordentliche Abmessungen erhalten muß, um die Druckfläche für diese Leistung zu liefern[1]).

Die Windräder mit Scheiben sind in neuester Zeit in den Vereinigten Staaten Amerika's in starke Aufnahme gekommen und dort in der That zu großer Vollkommenheit ausgebildet worden. Das Rad besteht aus einer kreisrunden Scheibe, welche aus dicht neben einander in schräger Richtung gestellten Brettchen gebildet wird (Fig. 29). Nur in der Mitte ist ein freier Raum von etwa einem Drittheil des Raddurchmessers, welcher dem Winde den freien Abzug gestattet. Durch eine in sehr großen Abmessungen ausgeführte Windfahne, deren Ebene rechtwinklig zu der Scheibenfläche steht, stellt sich letztere stets derartig, daß der Wind direct auf die Scheibe trifft. Die Druckkraft desselben zerlegt sich hier in der Weise, daß ein Theil derselben, welcher von dem Winkel der einzelnen, die Fläche bildenden Bretter abhängt, die Drehung des Rades bewirkt.

Die Ausrückung des Betriebes und die Regulirung der Geschwindigkeit werden in verschiedener Weise bewirkt. Im Wesentlichen kann man zwei Systeme unterscheiden, und zwar Scheibenräder mit fester Scheibe und solche mit beweglichen Sectoren. Fig. 29 ist ein Rad des ersteren Systemes; um den Betrieb auszurücken, wird die Windfahne, welche mit dem Rade nicht steif verbunden ist, mittelst einer Zugvorrichtung derartig gedreht, daß sie parallel zur Radfläche zu stehen kommt, und in dieser Stellung befestigt. Jetzt dreht der Wind die Fahne und die nunmehr mit derselben verkuppelte Scheibe in die Windrichtung, so daß eine Einwirkung des Windes auf das Rad nicht stattfinden kann. Zur Regulirung der Gangart dient bei diesem Systeme häufig eine kleine, parallel der Ebene des Rades eingestellte und einseitig aus dem Umfange desselben hervorragende Windfahne. Ist der Winddruck zu stark, so wird diese Fahne, welche durch ein Gewicht, an einem Hebel befestigt, bei normaler Geschwindigkeit parallel der Radebene erhalten wird, zurück-

---

1) Auch diese Räder existiren bereits nachweislich seit 200 Jahren, haben aber niemals umfassende Verwendung gefunden. In neuester Zeit sind wiederum Versuche zur weiteren Ausbildung derselben gemacht worden (von Fichtner in Atzgersdorf bei Wien, Dränert in Eilenburg u. a.), namentlich durch Einführung sinnreich erdachter Regulirvorrichtungen.

gedrängt, wodurch auch die große Windfahne aus ihrer Lage gebracht wird. Hierdurch stellt sich die Radebene derartig, daß sie jetzt dem Winddrucke eine geringere Oberfläche darbietet, wodurch die Umdrehungsgeschwindigkeit innerhalb gewisser Grenzen des Winddruckes constant bleibt. Diese Regulirvorrichtung arbeitet recht zuverlässig und bewirkt bei plötzlich eintretenden Windstößen ein sofortiges Sistiren des Betriebes.

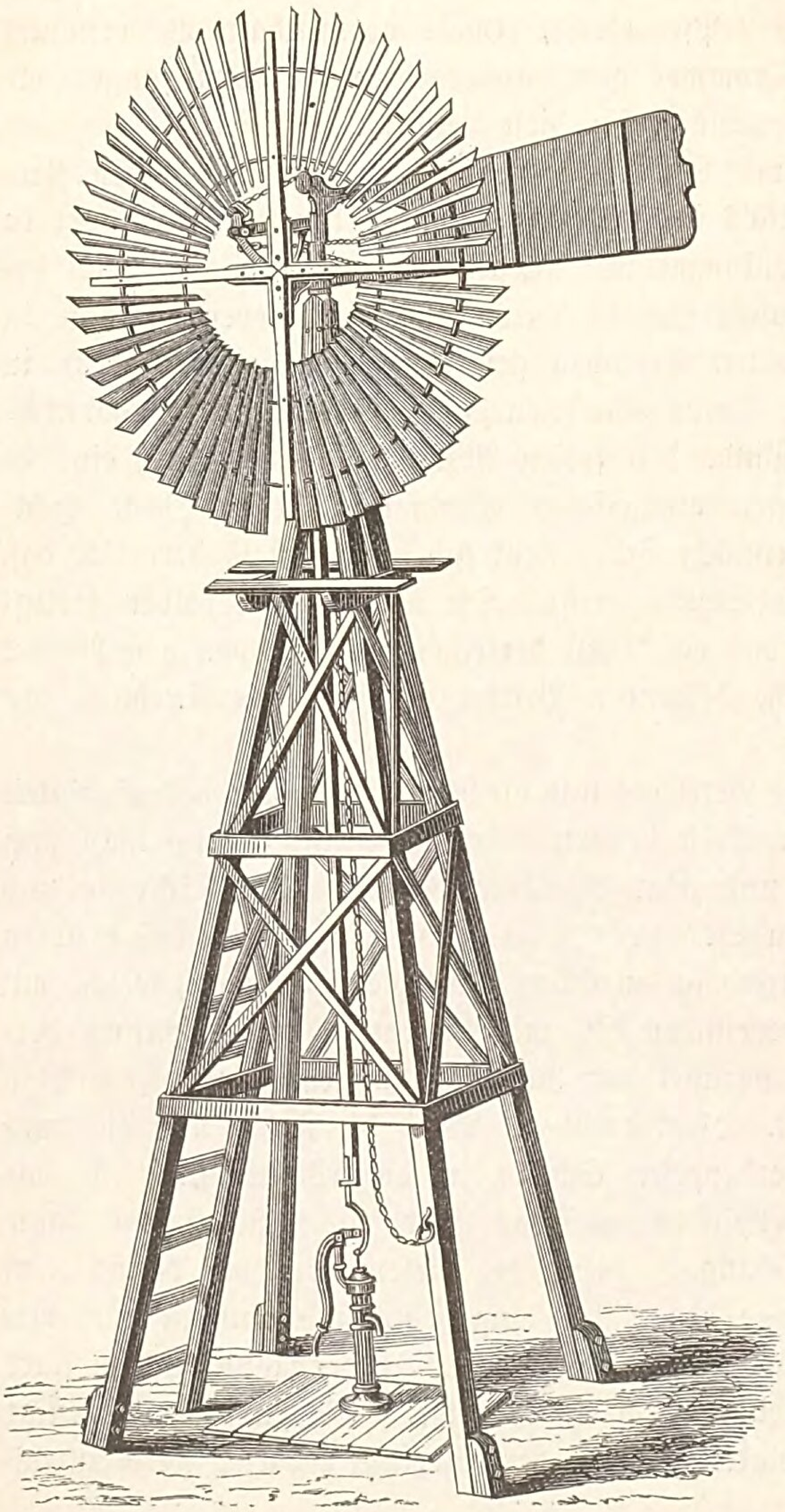


Fig. 29. Windrad von Allen.

Die vollkommensten amerikanischen Windräder sind jedoch diejenigen mit beweglichen Sectoren, System Halladay, welches Fig. 30 und 31 in der Betriebsstellung und bei ausgelöstem Betriebe darstellen. Die Scheibe besteht gewöhnlich aus sechs Sectoren, welche um je eine in der Ebene des Rades liegende und in dem Gerippe desselben gelagerte Achse drehbar sind. Die Achsen sind derartig einseitig an den Sectoren angebracht, daß der am äußeren Umfange befindliche Theil schwerer ist als der innere. Die Drehung der Sectoren um ihre Achsen hat zur Folge, daß das Rad die Stellung Fig. 31 annimmt, wodurch dem Winde die Druckfläche genommen wird. Die Brettchen, welche den Wind bei der ursprünglichen Stellung

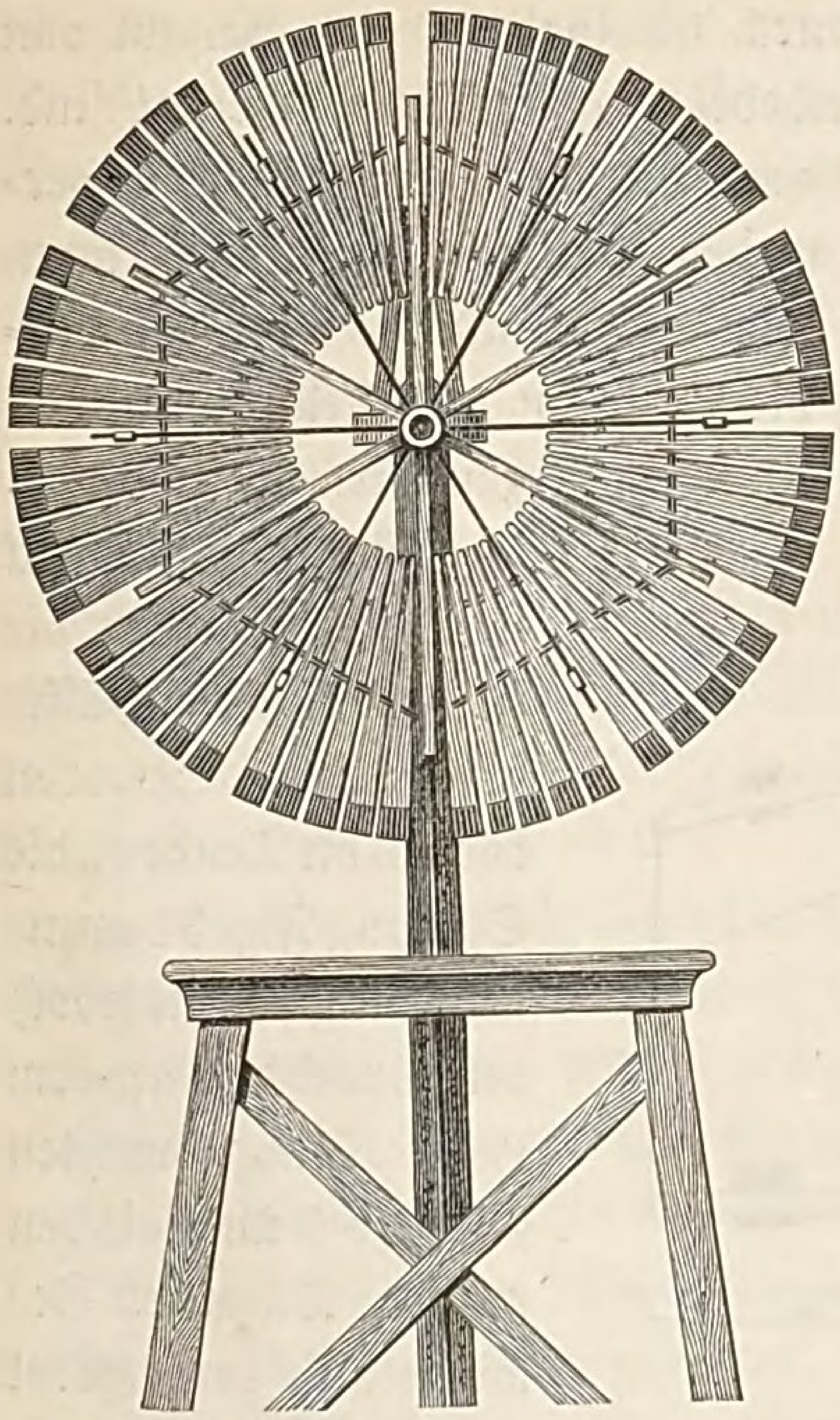


Fig. 30. Windrad von Halladay.

auffingen, stehen jetzt parallel der Windfahne, also in der Richtung des Windes; es kann demnach keine Drehung erfolgen. Zum vollen Verständniß der Wirksamkeit des Halladay'schen Rades kann der Längenschnitt und Grundriß Fig. 32 dienen, aus welchem das Hebelwerk zur Einstellung des Rades ersichtlich ist. In derselben bezeichnet a die Drehscheibe, um welche sich das Rad mit Hülfe der an der Stange b angebrachten Windfahne in die passendste Windrichtung einstellt. Um die Reibung nach Möglichkeit zu verringern, läuft die Scheibe auf den aus dem Grundrisse ersichtlichen kleinen Rollen aus Hartguß, welche in dem Uförmigen Untertheil gelagert sind. c ist eine nach abwärts geleitete Zugstange,

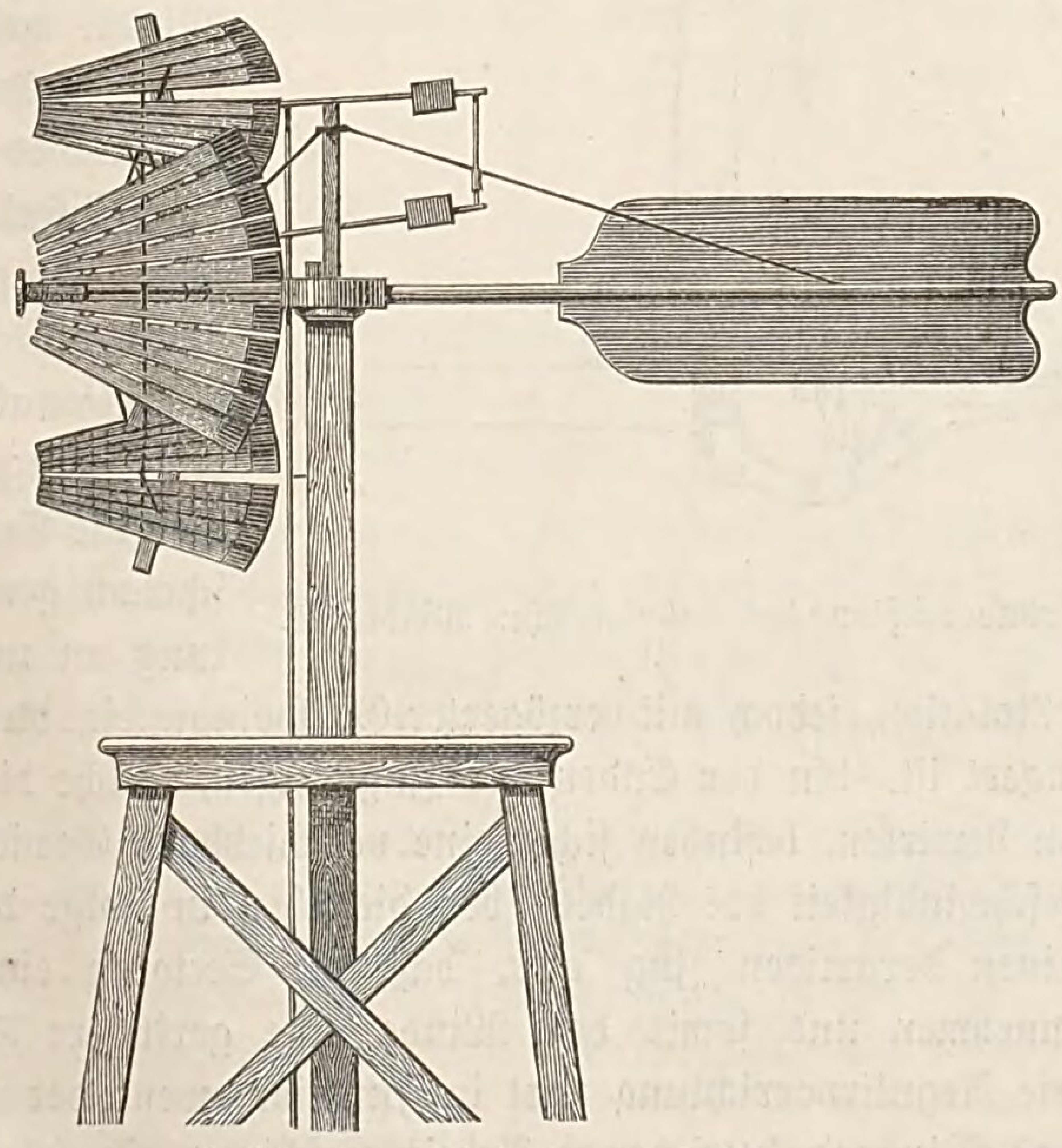


Fig. 31. Windrad von Halladay.

welche durch die Hebel d und e sowie durch die Gabel f eine Anzahl von Stangen bewegt, an welchen die Winkelhebel g gelenkartig befestigt sind. Mit diesen sind die radial in dem Rade gestellten Zugstangen h verbunden, welche mittelst kurzer Hebel i an den Drehachsen k der Sectoren angreifen. Es ist leicht ersichtlich, daß beim Ziehen an der Stange c mittelst der dargestellten Hebelübertragung die Sectoren die Stellung Fig. 31 erhalten, indem sie sich in ähnlicher Weise wie ein Regenschirm aufspannen.

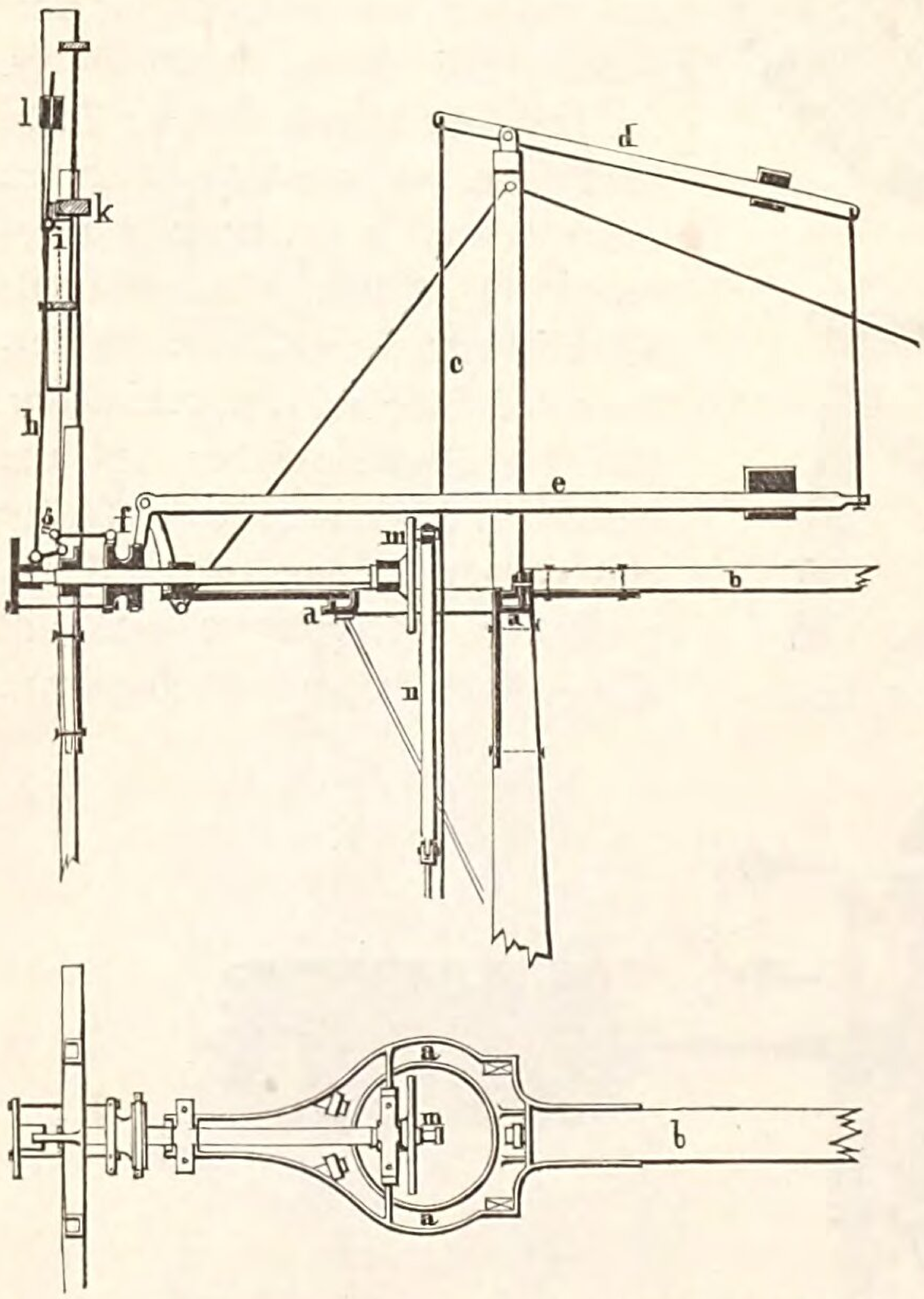


Fig. 32. Ausrückvorrichtung des Halladay'schen Windrades.

Ist der Winddruck stark, so erhalten die in ihrer äußeren Hälfte schwereren Sectoren bereits die Tendenz, die Stellung Fig. 31 anzunehmen, wobei sie jedoch den Druck des an dem Hebel e angebrachten Gewichtes überwinden müssen. Da dieses Gewicht auf dem Hebel verschiebbar ist, so erhält man hierdurch ein Mittel, das selbstthätige Ausrücken des Windrades bei beliebiger Windstärke eintreten zu lassen. Uebersteigt die Windstärke die normale nur um ein Geringes, so nehmen die Sectoren eine schwach geneigte Stellung an und verharren in der Rotation, jedoch mit verzögerter Geschwindigkeit, da die Druckfläche verringert ist. An den Enden der Zugstangen, welche die Drehung der Sectoren bewirken, befinden sich kleine verschiebbare Gewichte l. Bei zu hoher Geschwindigkeit des Rades üben dieselben in Folge der Centrifugalkraft einen derartigen Zug aus, daß die Sectoren eine geneigte Stellung annehmen und somit dem Winde eine geringere Fläche darbieten. Diese Regulirvorrichtung tritt in Function, wenn der Widerstand der durch das Windrad betriebenen Arbeitsmaschinen ein sehr ungleich-

mäßiger ist oder wenn diese plötzlich ausgelöst werden. Hier stellt sich das Rad sofort in die geneigte Lage, bildet also anstatt der Ebene einen Conus und es verlangsamt sich die Geschwindigkeit in Folge der Verringerung der dem Winddrucke ausgesetzten Fläche.

Das Halladay'sche Windrad functionirt überraschend präcise und darf wohl behauptet werden, daß dasselbe als die hervorragendste Verbesserung bezeichnet werden kann, welche in der neueren Zeit an diesen Motoren ausgeführt wurde[1]).

Als wichtigstes Resultat der von den Amerikanern an den Windrädern angebrachten Verbesserungen kann wohl mit gutem Rechte bezeichnet werden, daß durch dieselben die Zahl der jährlichen Arbeitstage vermehrt wird, da

1) das Rad in Folge der verringerten Reibungswiderstände, namentlich herrührend von dem wesentlich reducirten Gewichte des Rades mit der Hauptwelle und guter Lagerung der letzteren, noch bei Windgeschwindigkeiten, bei welchen die älteren Räder zum Stillstande kommen, nutzbare Arbeit verrichten kann;

2) das Rad ohne Bedenken die Fortsetzung des Betriebes bei viel stärkerer Geschwindigkeit gestattet, als dies bei den älteren Rädern zulässig ist. Mit Zunahme der Windstärke wird die dem Drucke ausgesetzte Oberfläche selbstthätig verringert, während, sobald der starke Winddruck nachläßt, dieselbe wiederum, und zwar gleichfalls automatisch, vergrößert wird.

Leistung der Windräder. Bezeichnet N die Leistung in Pferdekräften, F die dem Winddrucke ausgesetzte Fläche in Quadratmetern, v die Geschwindigkeit des Windes in Metern pro Secunde[2]) und k einen Coëfficienten, so besteht die Beziehung

$$N = k F v^3.$$

Der Coëfficient k wurde von Coulomb für ältere Windräder gleich 0.0004 ermittelt. Bei den amerikanischen Windrädern, die weit geringere schädliche Widerstände verursachen, namentlich da die Reibung der Hauptwelle in Folge des geringen Radgewichtes sehr niedrig ausfällt, dürfte

---

1) Weitere Details dieser interessanten Apparate befinden sich in der kleinen Schrift des Verfassers: Die neueren amerikanischen Windräder für landwirthschaftliche Zwecke; Wien 1877, sowie in seinem Bericht über die Weltausstellung zu Philadelphia, Heft I: Die landwirthschaftlichen Geräthe und Maschinen Seite 34; Wien 1877.

2) Da die Messung der Windgeschwindigkeit mit Hülfe des Anemometers zumeist nicht ausführbar ist, so muß man sich in der Regel mit äußeren Anzeichen begnügen, um die Windgeschwindigkeit zu beurtheilen. Nachfolgende Uebersicht giebt

derselbe nicht unerheblich größer anzunehmen sein. Ohne Anstand kann derselbe gleich 0.0005 gesetzt werden[1]), so daß alsdann die Formel für die amerikanischen Windmotoren lautet:

$$N = 0.0005 \; F \; v^3.$$

Da die Leistung mit der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit wächst, so ist ersichtlich, welchen schwerwiegenden Einfluß diese letztere auf die Arbeit des Motors ausübt.

In der Regel wird bei den in den Handel gebrachten amerikanischen Windrädern die Leistung für eine Windgeschwindigkeit von 6 Meter pro Secunde angegeben, z. B. wird das Windrad von 12 Fuß engl. (3.6 Meter) Durchmesser als 1 Pferdekraft leistend bezeichnet. Dasselbe besitzt, wenn das innere Drittheil hohl ist, eine arbeitende Fläche

$$F = 3.14 \; (1.8^2 - 0.6^2) = 9.043 \text{ Quadratmeter}$$

und demnach folgende Leistungen:

Windgeschwindigkeit in Metern pro Secunde	4	5	6	7	8
Pferdekraft	0.3	0.6	1.0	1.5	2.3

Bei der Anordnung der Windräder ist im Voraus auf die zu betreibenden Arbeitsmaschinen Rücksicht zu nehmen. Sind dies Kolbenpumpen, so wird auf der Hauptwelle eine Kröpfung oder eine Kurbelscheibe m (Fig. 32) angebracht und von dieser das Pumpengestänge n unmittelbar betrieben. Erfordern dagegen die Arbeitsmaschinen eine

---

hierüber Auskunft und zeigt gleichzeitig den, den verschiedenen Geschwindigkeiten entsprechenden Druck an:

Windgeschwindigkeit in Metern pro Secunde.	Druck auf 1 Quadratmeter Fläche in Kilogramm.	Benennung des Windes.
1	0.13	kaum merkbar.
2	0.54	gelinder Wind.
4	2.20	frischer Wind.
6	4.87	sehr frischer Wind.
7	6.46	bester Windradwind.
9	10.97	sehr lebhafter Wind.
12	19.50	starker Wind.
15	30.47	sehr starker Wind.
20	54.16	Sturm.
24	78.00	heftiger Sturm.
36	176.96	Orkan.

1) Es entspricht alsdann die Leistung dem thatsächlichen Ergebnisse bei den Windgeschwindigkeiten 4 bis 8 Meter, wie Verfasser bei verschiedenen amerikanischen Windrädern, deren Arbeit im Betriebe von Pumpwerken bestand, feststellen konnte.

rotirende Bewegung, so wird der Betrieb von der Hauptwelle in verschiedener Weise abgeleitet, und zwar häufig dadurch, daß mittelst conischer Räder eine vertical nach abwärts geführte und in dem Gerüst des Windmotors gelagerte Spindel betrieben wird, von welcher der Betrieb in entsprechender Weise weiter geleitet wird.

Die Höhe der Aufstellung über dem Boden bestimmt sich vornämlich danach, ob der Wind mehr oder minder durch Hindernisse aufgehalten wird; als practisch bewährte Regel ist zu empfehlen, daß der untere Theil des Rades mindestens 6 Meter über alle im Umkreise von 200 Meter befindlichen und den Windzug hindernden Objecte emporragen muß.

Im Anhange seien hier noch die Abmessungen, Leistungen, Gewichte und Preise[1]) der Windmotoren aus der Halladay'schen Fabrik zu Batavia, Illinois, ausgeführt, und zwar in den beiden Anordnungen für Pumpwerke und zum Betriebe von Arbeitsmaschinen in rotirendem Antriebe:

Windräder für Pumpenanlagen.

Fabriknummer.	Durchmesser.		Pferdekraft.	Gewicht. Kilogramm.	Preis. Reichsmark.
	Fuß (engl.)	Meter.			
1	8	2.44	½	200	418
1½	9	2.74	⅝	220	447
2	10	3.05	¾	225	473
3	12	3.65	1	375	620
4	13	3.96	1½	435	715
5	14	4.26	2	720	1052

Windräder zum Betriebe landwirthschaftlicher Maschinen.

3	12	3.65	1	....	1012
4	13	3.96	1½	....	1056
6	16	4.88	2	1090	1914
8¼	22	6.70	5	1500	3410
9	25	7.62	6	2315	4424
10	30	9.14	8	2596	4950
11	36	10.97	12	3500	6974
12	40	12.19	18	4785	9000
13	50	15.24	28	....	17200
14	60	18.29	40	....	20000

1) Die Preise verstehen sich loco Deutschland (Hamburg oder Bremen) ohne das zur Aufstellung erforderliche Gerüst.

D. Die Wasserräder[1]).

Einleitung.

Wasserräder sind Motoren zur Aufnahme der Kraft des fließenden Wassers. Wir unterscheiden verticale und horizontale Wasserräder, je nachdem das Rad in einer verticalen oder horizontalen Ebene liegt, und nennen die ersteren in der Regel kurzweg Wasserräder, die letzteren Turbinen.

Bezeichnet Q das pro Secunde zu verwendende Wasserquantum in Cubikmetern, h die senkrechte Höhe, von welcher das Wasser bei der Arbeit durch seine Schwere herabsinkt (das Gefälle) in Metern, so beträgt die Totalleistung

$$L = Q \,.\, 1000 \,.\, h \text{ Secunden-Meterkilogramm.}$$

Wirkt dagegen das Wasser durch seine lebendige Kraft und bezeichnet v die Geschwindigkeit desselben, g die Endgeschwindigkeit eines frei fallenden Körpers nach der ersten Secunde = 9.808, so erhält man die Totalleistung

$$L = Q \,.\, 1000 \,\frac{v^2}{2g}.$$

Um dem Wasser die Geschwindigkeit v zu ertheilen, ist ein Gefälle

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

erforderlich, so daß man durch Einsetzung dieses Werthes auch für den Fall, daß das Wasser nicht durch seine Schwere direct sondern durch seine lebendige Kraft wirkt, die Leistung

$$L = Q \,.\, 1000 \,.\, h$$

erhält.

Die Nutzleistung drückt sich aus durch die Formel

$$L_1 = \eta\, Q \,.\, 1000 \,.\, h,$$

wenn η den Wirkungsgrad bezeichnet, oder in Pferdekräften

$$N = \frac{\eta \,.\, Q \,.\, 1000\, h}{75} = 13.33\, \eta\, Qh.$$

---

1) Da die Wasserräder im Allgemeinen nicht als landwirthschaftliche Maschinen bezeichnet werden können, so kann hier nur eine kurze Uebersicht der wichtigsten Gattungen derselben gegeben werden. Die Construction der Wasserräder wird in folgenden Werken ausführlich abgehandelt: Redtenbacher, Theorie und Bau der Wasserräder, 2. Aufl., Mannheim 1860; Rühlmann, Allgemeine Maschinenlehre, 2. Aufl., Band I, Seite 316, Braunschweig 1875; Weisbach, Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik, 4. Aufl., Theil II, Seite 398, Braunschweig 1865; Meißner, Die Hydraulik und die hydraulischen Motoren, Band II, die Turbinen und Wasserräder, Jena 1879.

Es ist ersichtlich, daß das Wasserquantum und Gefälle den nämlichen Einfluß auf die Leistung des Wasserrades ausüben; durch Verdopplung des Gefälles wird in gleicher Weise der Effect verdoppelt wie durch Verdopplung der Wassermenge.

Beispiel: Wie groß ist die Leistung eines Wasserrades in Pferdekräften, wenn die secundliche Wassermenge 2 Cubikmeter, das Gefälle 1.50 Meter und der Nutzeffect 55 Procent beträgt?

Es ergiebt sich $N = 13.33 \,.\, 0.55 \,.\, 2 \,.\, 1.5 =$ (rund) 22 Pferdekraft.

a) Die verticalen Wasserräder.

Man unterscheidet frei in den Strom eingehängte Wasserräder oder Schiffsmühlen[1]) und solche Räder, bei welchen das Wasser mittelst eines Gerinnes mit möglichst geringem Verluste und auf vortheilhafte Weise zu dem Rade geleitet und von demselben abgeführt wird. Das Gerinne dient gleichfalls zur Ableitung des überschüssigen Wassers, weßhalb sich häufig neben dem Radgerinne ein Freigerinne befindet, um erforderlichen Falls das gesammte Wasser oder einen beträchtlichen Theil desselben unbenutzt abfließen zu lassen.

Die wichtigsten Theile des Wasserrades sind die Welle, mit welcher der Radkranz durch die Arme in hinreichend fester Weise verbunden ist; ferner die Schaufeln oder Zellen, welche an dem Radkranze angebracht sind. Das Wasser wirkt gegen diese oder zwischen denselben, entweder durch Stoß oder durch Druck oder bei einzelnen Rädern sowohl durch Stoß als auch durch Druck und setzt so das Rad in Umdrehung.

Das Gerinne enthält die Schütze zur Regulirung und Absperrung des Wassers, ferner die Vorrichtung, mittelst welcher das Wasser von der Schütze in einer bestimmten Richtung zu dem Rade geleitet wird und endlich den Abflußcanal zur Wegleitung des benutzten Wassers.

Man theilt die Wasserräder nach verschiedenen Systemen ein, von denen das üblichste die Eintheilung nach der Höhe ist, in welcher das Wasser an das Rad eintrifft. Danach unterscheidet man

1) unterschlägige Wasserräder,
2) mittelschlägige "
3) oberschlägige "

1) Frei hängende Wasserräder im unbegrenzten Wasser geben einen sehr ungünstigen Nutzeffect (20 bis 30 Procent) und können auch aus dem Grunde nur höchst beschränkte Anwendung finden, weil ihre Aufstellung zu leicht mit anderweitigen, namentlich den Schifffahrts-Interessen, collidirt. Ueberdies sind sie durch Hochwasser und Eisgang manchen Gefahren ausgesetzt.

1. Unterschlägige Wasserräder.

Das Wasser tritt mit einer der Druckhöhe entsprechenden Geschwindigkeit an das Rad, Fig. 33, stößt an die Schaufeln a, ertheilt hierdurch dem Rade die Umdrehung und verläßt dasselbe mit einer Geschwindigkeit, welche derjenigen des Radumfanges gleichkommt. Die Schaufeln werden vortheihaft etwas geneigt angeordnet und zwar derartig, daß sie, zur Hälfte aus dem Wasser gezogen, vertical stehen. Der Gerinneboden b wird unter dem Rade mit diesem concentrisch gewölbt und soll möglichst dicht an dem Radumfange anschließen, um Wasserverluste zu vermeiden. Aus gleichem Grunde stellt man auch die Schaufeln möglichst nahe an einander, so daß wenigstens vier bis sechs derselben gleichzeitig eintauchen. Die Schütze c wird dicht an dem Rade und unter einem Winkel von etwa 60 Grad geneigt angeordnet.

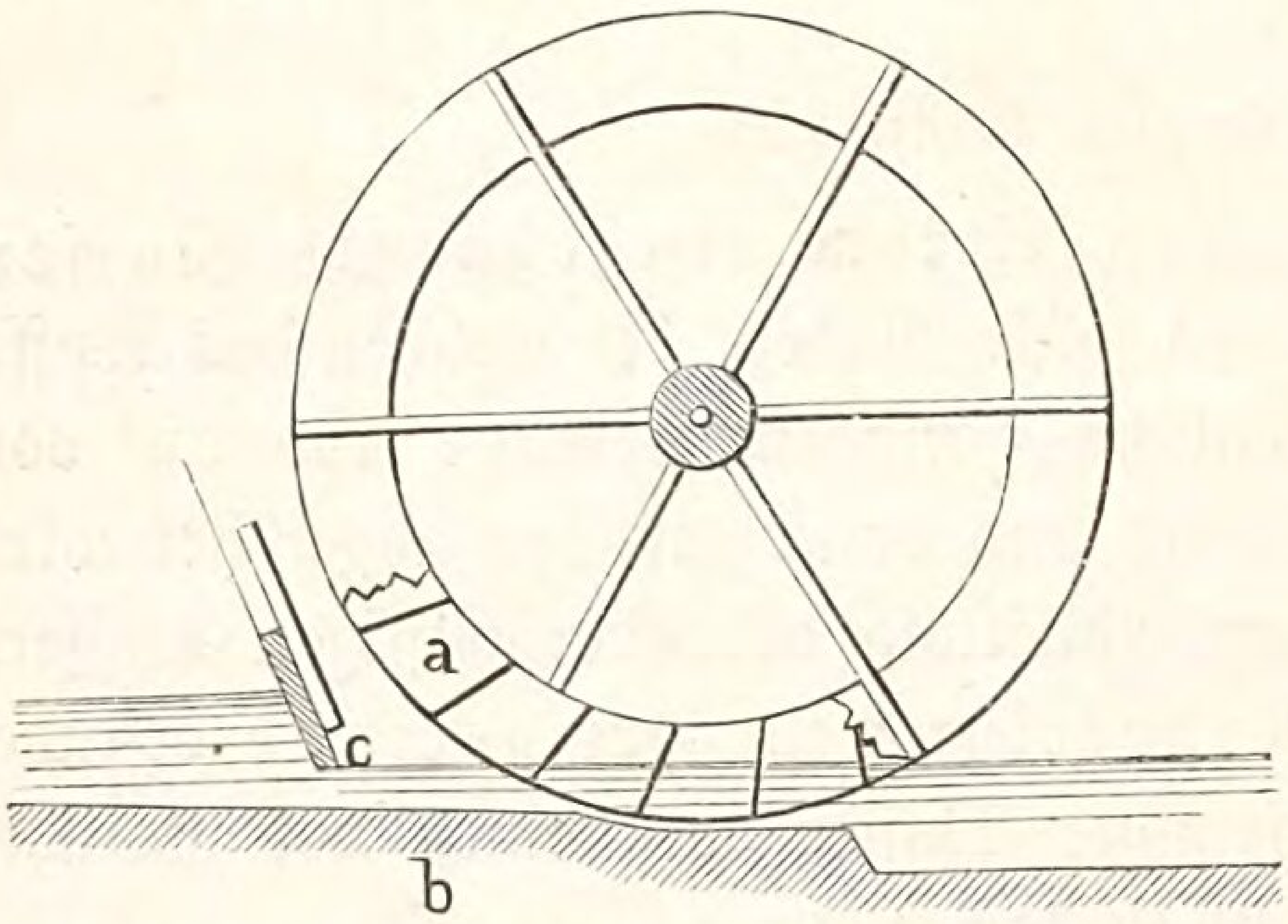


Fig. 33. Unterschlägiges Wasserrad.

Der Effect der unterschlägigen Wasserräder beträgt in Folge der ausschließlichen Stoßwirkung nur 30 bis 40 Procent; dieselben werden nur für geringe Gefälle bis 1 Meter angewendet.

Das **Ponceletrad** Fig. 34 ist ein unterschlägiges Wasserrad mit eigenthümlich gekrümmtem Gerinneboden b und gekrümmten, gewöhnlich aus Eisenblech gefertigten Schaufeln a. Letztere sind zwischen den beiden Radkränzen eingesetzt und bilden gewissermaßen Zellen. Das Wasser wirkt nicht durch Stoß sondern nur durch Druck; es tritt über dem gekrümmten Gerinneboden in das Rad, gleitet auf den krummen Schaufelflächen hinauf, wobei es seine anfängliche Geschwindigkeit verliert, sinkt alsdann vom höchsten Punkte beschleunigt herab und gelangt so fast ohne Geschwindigkeit aus dem Rade. Die Kranzbreite muß sehr beträchtlich sein und zwar gleich der halben Gefällshöhe; der Durchmesser des Rades

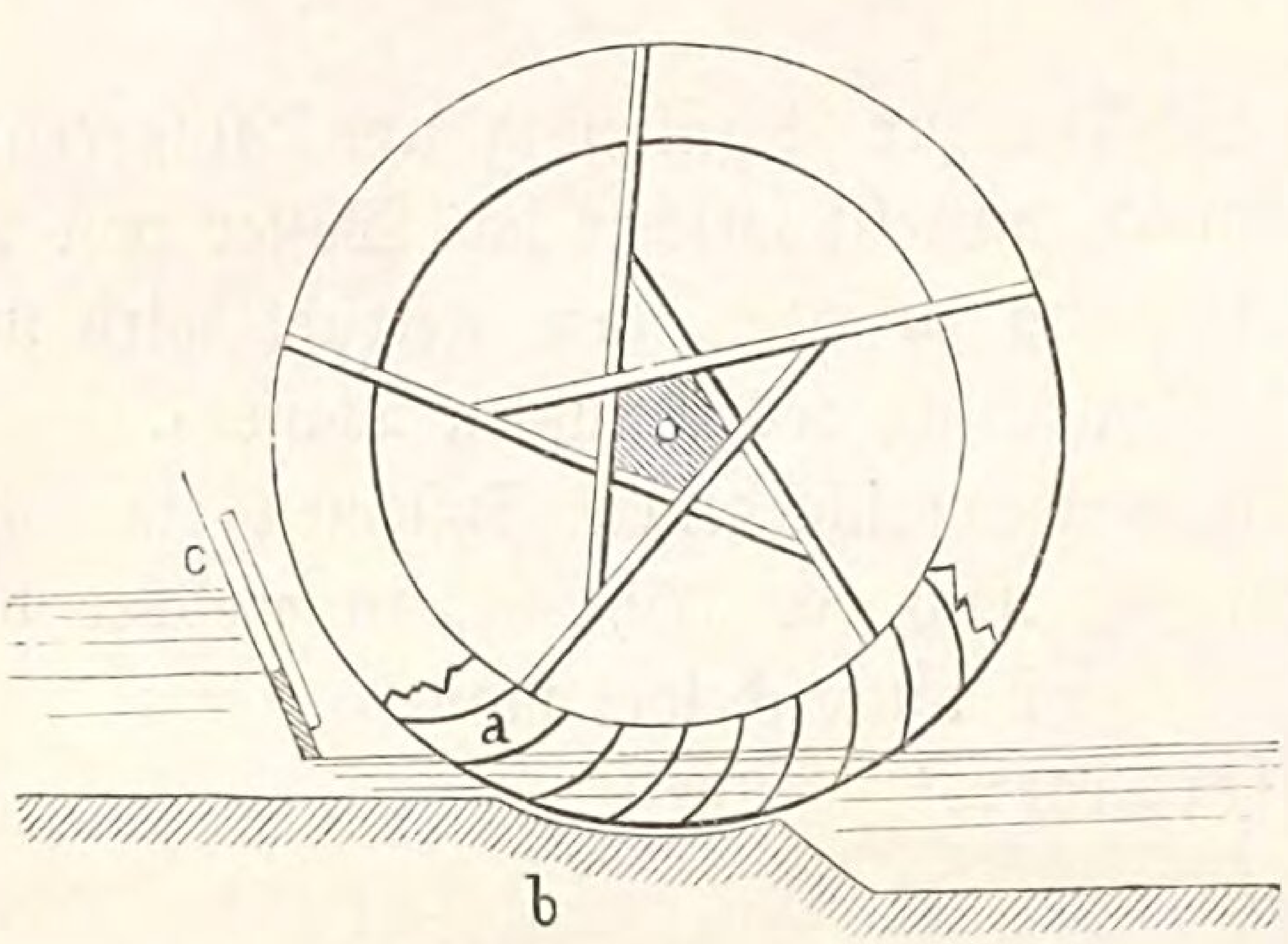


Fig. 34. Wasserrad nach Poncelet.

soll die vierfache Gefällshöhe betragen. Das Ponceletrad wird für Gefälle bis 2 Meter mit Vortheil angewendet und liefert einen Nutzeffect bis 65 Procent.

2. Mittelschlägige Wasserräder.

Um zu verhüten, daß das Wasser vor dem tiefsten Punkte des Rades austritt, erhält das Gerinne von dem Eintrittspunkte des Wassers in das Rad an ein concaves (Kropf-)Gerinne, welches die Schaufeln so dicht umschließt, daß nur noch die freie Bewegung des Rades gesichert ist. Der gerade Gerinneboden oberhalb der Schütze wird möglichst sanft, zumeist mittelst einer Parabelkrümmung in den Kropf übergeführt. Man nennt diese Räder gewöhnlich Kropfräder.

Kropfrad mit Durchlaßschütze. Fig. 35. Das Wasser, welches die Schaufeln trifft, wirkt zunächst durch Stoß und hierauf bis zum tiefsten Punkte durch sein Gewicht. Die Schaufeln werden etwas geneigt oder, wie in Fig. 35, gebrochen hergestellt, und zwar wiederum derartig, daß sie, halb aus dem Wasser gezogen, vertical stehen. Nutzeffect bis 55 Procent.

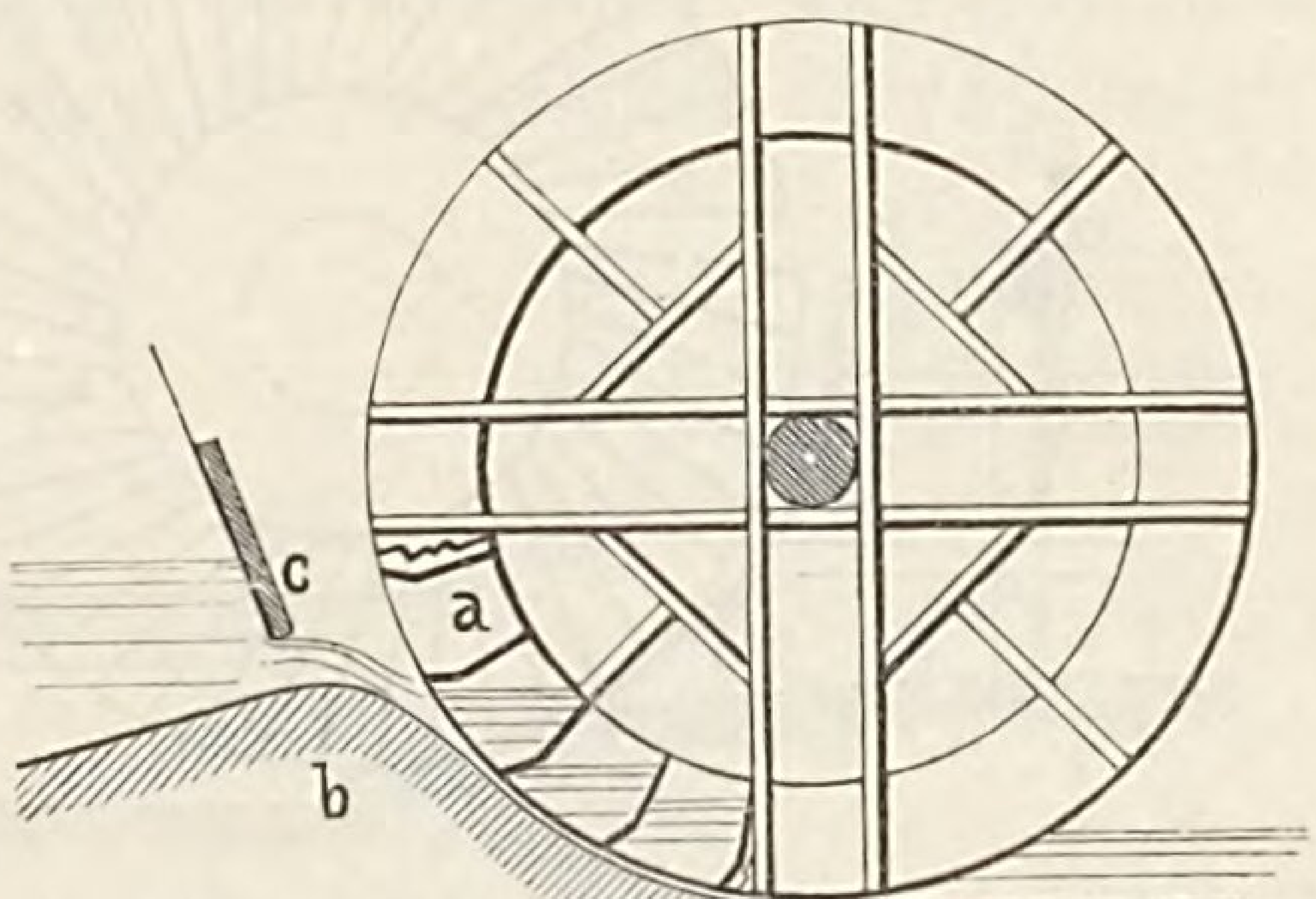


Fig. 35. Kropfrad mit Durchlaßschütze.

Kropfrad mit Ueberfallschütze. Fig. 36. Unterscheidet sich von dem eben angeführten durch die Anordnung der Schütze und des Einlaufes. Das Wasser strömt über dem Schützenbrette in das Rad und zwar wird dasselbe zumeist mittelst einer nach der Form einer Parabel gekrümmten Leitfläche derartig geführt, daß es mit möglichst geringer Geschwindigkeit auf die Schaufeln trifft, somit fast gar nicht durch Stoß, sondern vorwiegend durch seine Schwere wirkt. Das Ueberfallbrett — die Schütze — ist verstellbar. Nutzeffect in Folge der fast ausschließlichen Druckwirkung sehr günstig, 60 bis 70 Procent.

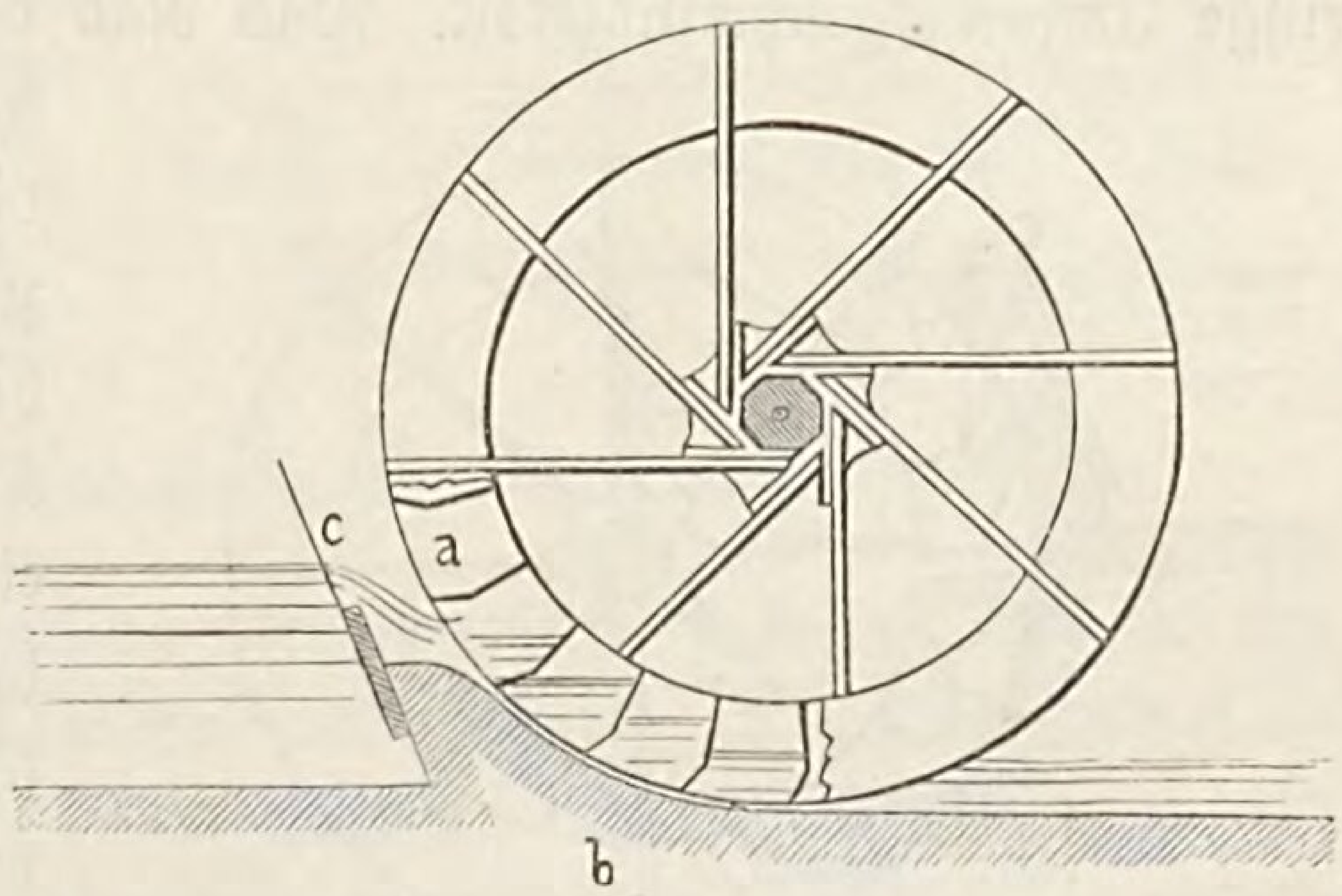


Fig. 36. Kropfrad mit Ueberfallschütze.

Kropfrad mit Coulisseneinlauf. Das Wasser fließt aus dem Zuflußcanal durch gekrümmte, die ganze Breite des Gerinnes einnehmende Durchlaßöffnungen, die Coulissen, in das Rad. Für sehr veränderliche Wassermengen das geeignetste Kropfrad, da man mit Hülfe des vor den Coulissen angebrachten verstellbaren Schiebers beliebig viele Coulissenöffnungen frei machen kann. Das Wasser tritt etwa in der Höhe der Achse in das Rad und wirkt bei richtiger Form der gekrümmten Leitschaufeln, welche die Coulissen bilden, fast allein durch Druck. Der Nutzeffect ist aus diesem Grunde sehr günstig und zwar ebenfalls 60 bis 70 Procent.

Zu den Kropfrädern gehört auch das Sagebien'sche Rad Fig. 37 mit sehr beträchtlicher Schaufeltiefe und einer großer Anzahl tangential zu einem Kreise = $^1/_8$ des Raddurchmessers gestellten Schaufeln. Charakteristisch für dieses Rad ist zunächst die beträchtliche Strahlstärke des zuströmenden Wassers, welches durch eine Ueberfallschütze c regulirt wird. Eine zweite Schütze dient zur völligen Absperrung. Das Wasser fließt mit sehr geringer Geschwindigkeit (0.70 bis 0.80 Meter) in das Rad und ertheilt diesem eine entsprechend geringe Umfangsgeschwindigkeit. Das Rad verlangt sehr sorgfältige Ausführung, ist für Gefälle von 0.70 bis 2.50 Meter und für Wasserzuflüsse zwischen 0.6 bis 4 Cubikmeter geeignet. Nachtheile: Kostspieligkeit, Nothwendigkeit einer starken Umsetzung wegen langsamen Ganges, wenigstens für die meisten Arbeitsmaschinen, wodurch Effectverluste entstehen. Vortheil: sehr günstiger Nutzeffect, angeblich bis auf 80 Procent, wovon freilich ein Theil durch den eben erwähnten Umstand verloren geht[1]).

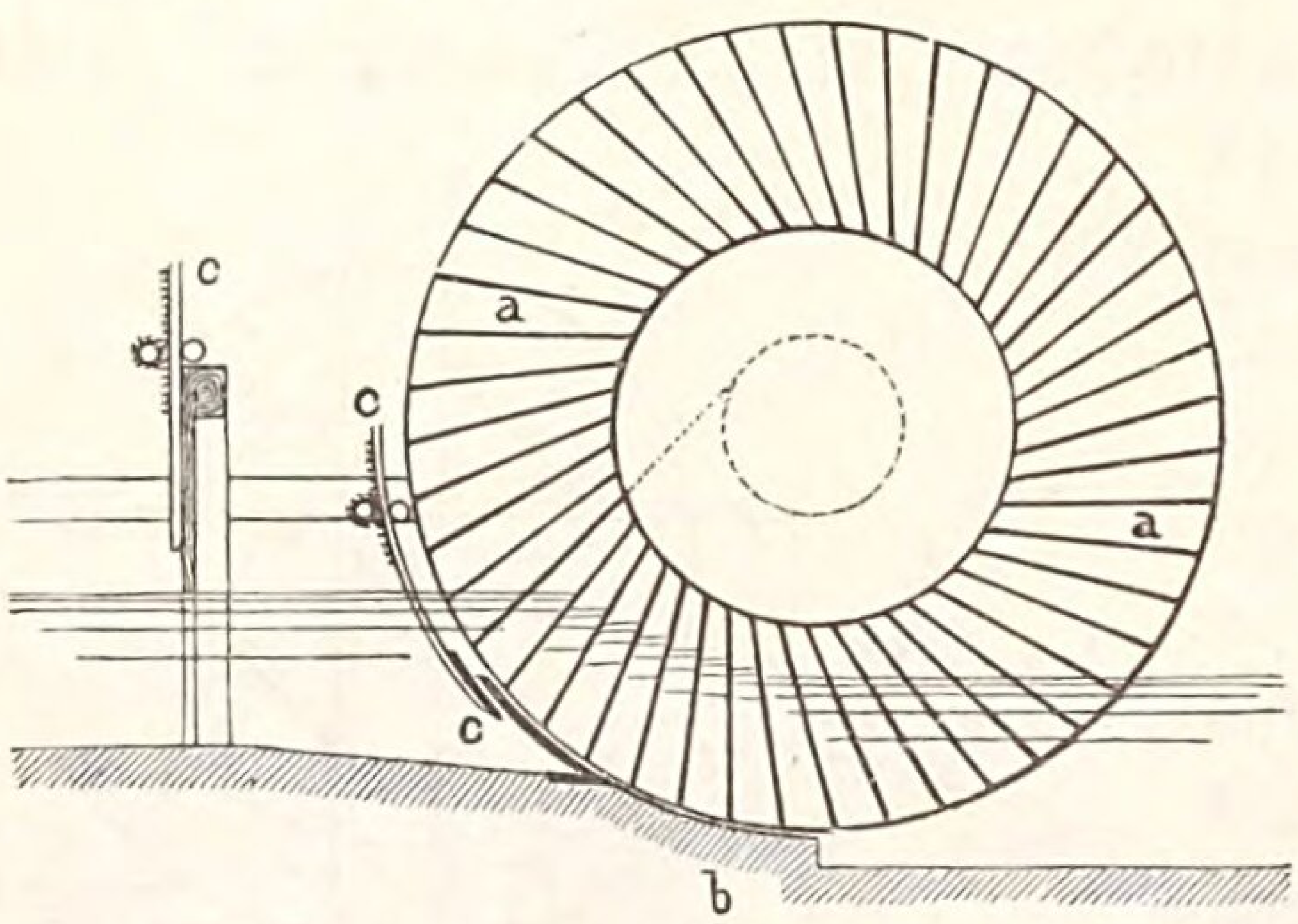


Fig. 37. Wasserrad nach Sagebien.

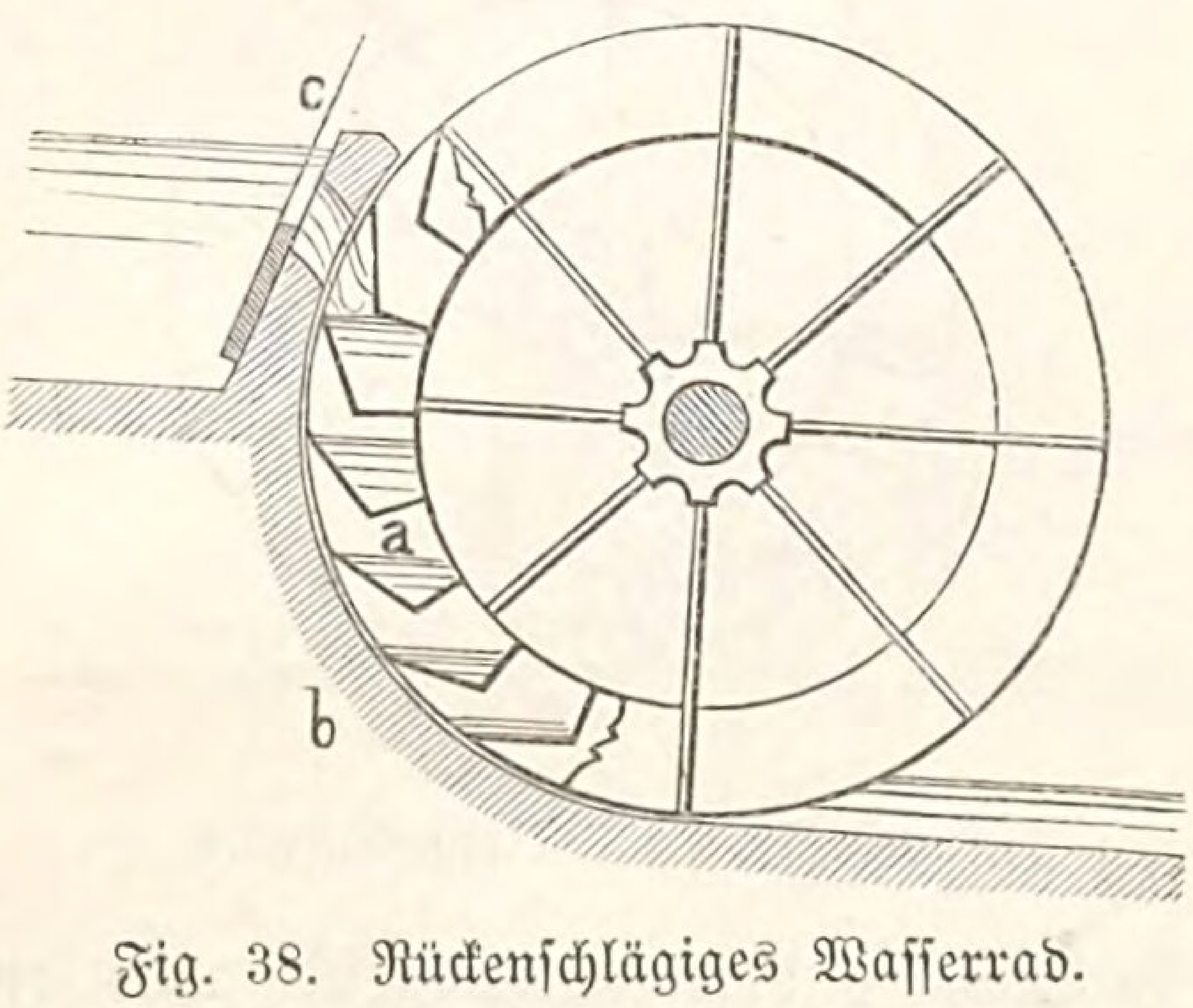


Fig. 38. Rückenschlägiges Wasserrad.

1) Das Sagebien'sche Rad wurde von Zuppinger in Ravensburg namentlich

Tritt das Wasser etwas über der Achse in das Rad, so erhält man ein rückenschlägiges Rad Fig. 38. Es ist dies ebenfalls ein Kropfrad, jedoch anstatt mit Schaufeln mit Zellen a versehen, welche zwischen den Radkränzen eingesetzt sind. Im Radboden muß für jede Zelle eine Spalte angebracht sein, um die Luft aus denselben entweichen zu lassen (ventilirte Zellen). Das Aufschlagwasser gelangt durch einen Coulisseneinlauf in das Rad; dasselbe wirkt zunächst durch Stoß und hierauf durch die Schwere. Geeignet für Gefälle von 3 bis 9 Meter und sehr veränderliche Wassermengen. Nutzeffect 60 bis 75 Procent. Kostspielig, da wegen der Ventilation eine Ausführung in Holz sehr erschwert ist und demnach fast immer, wenigstens für die Zellen, Eisen gewählt wird.

3. Oberschlägige Wasserräder.

Fig. 39, Zellenrad mit Gerinne b über dem Rade. Für große Gefällshöhen bis 12.50 Meter und geringe Wassermengen. Der Nutzeffect steigt mit der Abnahme der Wassermenge und beträgt im günstigsten Falle, bei 0.05 bis 0.50 Cubikmeter pro Secunde und hohem Gefälle, 70 bis 80 Procent. Vorwiegend wirkt das Wasser in den oberschlägigen Rädern durch sein Gewicht. Die Umfangsgeschwindigkeit darf nur gering sein, wenn der Nutzeffect günstig ausfallen soll, da andernfalls der Einlauf des Wassers in die Zellen unregelmäßig wird.

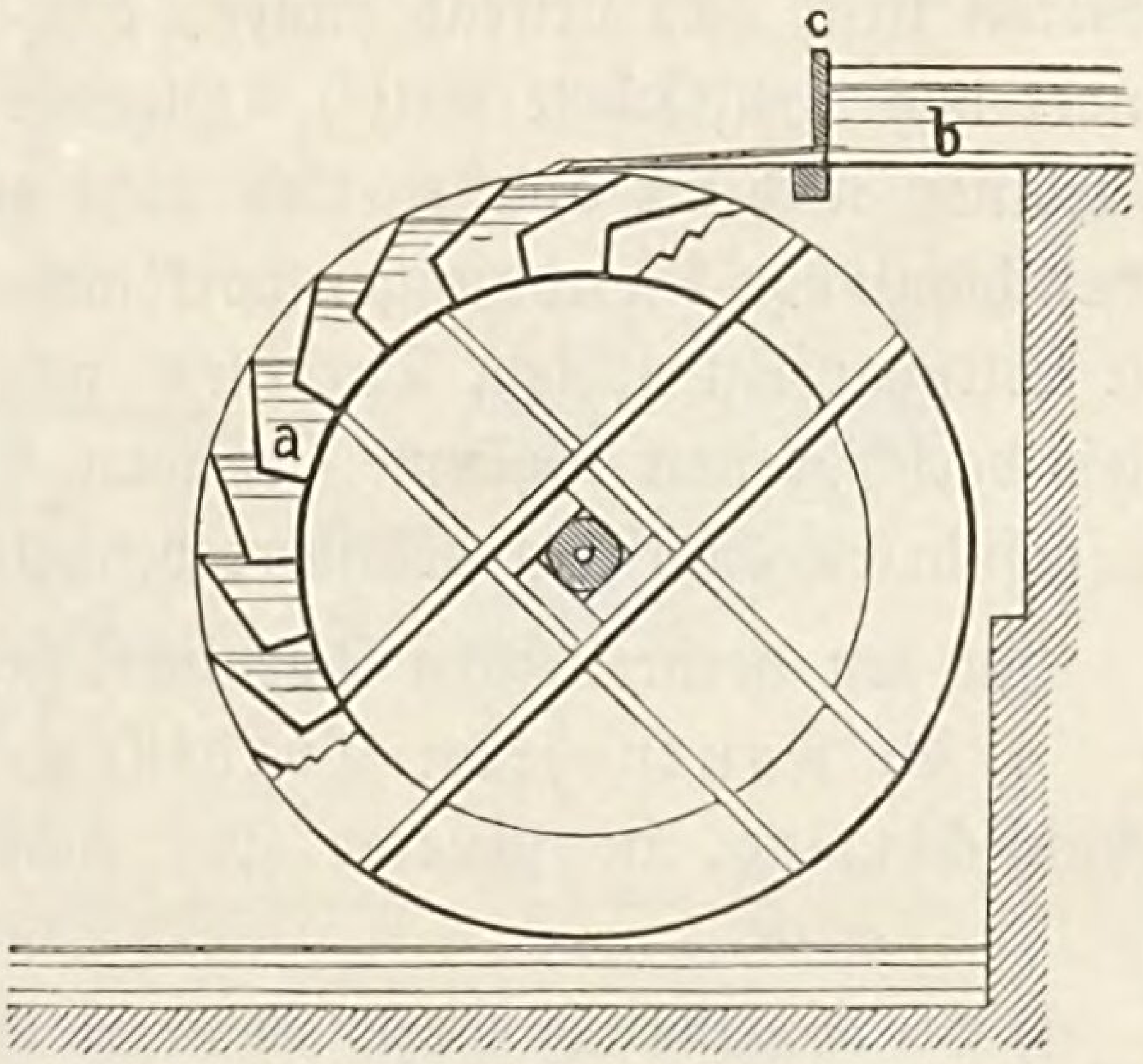


Fig. 39. Oberschlägiges Wasserrad.

b) Die horizontalen Wasserräder (Turbinen).

Charakteristisch für sämmtliche Turbinen ist, daß das Wasser, nachdem es vor dem Rade die Wirkung des Gefälles in sich aufgenommen hat, nahezu ohne Stoß in das Rad eintritt, sich in demselben mit und längs der stetig gekrümmten Schaufeln bewegt und hierbei seine Arbeitsfähigkeit möglichst vollständig an das Rad abgiebt.

---

durch die Einführung gekrümmter Schaufeln verbessert. Näheres darüber in Prechtl's Encyklopädie, 5. Supplementband Seite 367; Stuttgart 1869 und bei Rühlmann a. a. O. Band I Seite 351.

Zumeist besteht die Turbine aus zwei, entweder concentrisch in einander oder über einander liegenden Rädern, von denen das eine unbeweglich ist und das Leitrad heißt, während das zweite drehbare, das Turbinenrad, das Wasser vom Leitrade aus erhält und durch die lebende Kraft desselben in Umdrehung versetzt wird.

Liegen die Räder concentrisch in einander, so nennt man die Turbine eine Radialturbine, bei der Lage über einander eine Achsialturbine. Tritt das Wasser bei ersteren am ganzen Umfange aus dem Leitrade in das Turbinenrad oder bei letzteren aus dem ganzen Ringe des Leitschaufelkranzes in dieses, so bezeichnet man die Turbine als Vollturbine im Gegensatze zu den Partialturbinen, bei welchen die Zuleitung nur an einem Theile des Umfanges bez. bei den Achsialturbinen des Schaufelringes erfolgt. Bei den Radial- (Voll- und Partial-)Turbinen können wir noch zwei Gruppen unterscheiden, und zwar solche mit innerer Beaufschlagung und solche mit äußerer Beaufschlagung; bei ersteren liegt das Leitrad innen, das Turbinenrad außen, bei letzteren findet das umgekehrte statt[1]). Hiermit ist übrigens die Eintheilung der Turbinen nach der Construction nicht erschöpft, da außerdem noch manche eigenthümlichen Anordnungen vorkommen, wie z. B. Turbinen, bei welchen die Leitschaufeln fehlen, Turbinen mit horizontaler Achse u. s. w. Alle diese verschiedenen Systeme befinden sich in den in der Note Seite 80 aufgeführten Schriften detaillirt beschrieben und bildlich dargestellt.

Zu den verbreitetsten Turbinen gehören

1) die Fourneyron-Turbinen, Radial-Vollturbinen mit innerer Beaufschlagung, in neuerer Zeit namentlich von Nagel & Kämp in

---

1) Die obige, in der Praxis allgemein übliche Eintheilung hält sich ausschließlich an äußeren Symptomen, nicht an der Art der Wirkung des Wassers in der Turbine. Nach dieser lassen sich sämmtliche Turbinen in zwei Systeme bringen, welche sich von einander durch die verschiedenen Druck- und Geschwindigkeitsverhältnisse des aus den Leitschaufeln in das Schaufelrad strömenden Wassers unterscheiden. Bei dem ersten Turbinensysteme, den Reactionsrädern, tritt das Wasser aus den Leitschaufeln mit einer geringeren absoluten Geschwindigkeit als dem über den Leitschaufeln stehenden absoluten Wasserdrucke oder Gefälle entspricht. Die Differenz dieser Geschwindigkeitshöhe und dem absolutem Gefälle erzeugt bei dem Uebergange des Wassers aus den Leitschaufeln in das Rad einen Ueberdruck, welcher aber im Rade nutzbar gemacht wird, indem hierdurch theils die lebendige Kraft, theils die Pressung des Wassers im Rade vermehrt wird.

Bei dem zweiten Systeme von Turbinen, den Actions- oder Druckturbinen, findet eine Pressung an der Uebergangsstelle zwischen dem Leitrade und dem Turbinenrade nicht statt; vielmehr enthält das Wasser bereits beim Eintritte in das Rad das ganze Gefälle als Geschwindigkeitshöhe und kann diese daher nicht mehr im Rade auf Kosten der Pressungshöhe vermehrt werden.

Hamburg derartig vervollkommnet, daß der Nutzeffect bei sehr veränderlicher Wassermenge ein constanter bleibt. Fig. 40 in einem Verticalschnitte dargestellt. Das Wasser tritt durch das Rohr a, welches mit dem Schieber b geschlossen werden kann, in die hohle Grundplatte der Turbine, steigt hier aufwärts in den Leitschaufelapparat c, welcher mit dem oberen Theile der Grundplatte verbunden ist. Die Spursäule d trägt in der Höhe der Radzellen den festen Spurzapfen, auf welchem die Turbinenspindel e mit eingelassener Pfanne läuft. Auf dieser sitzt in

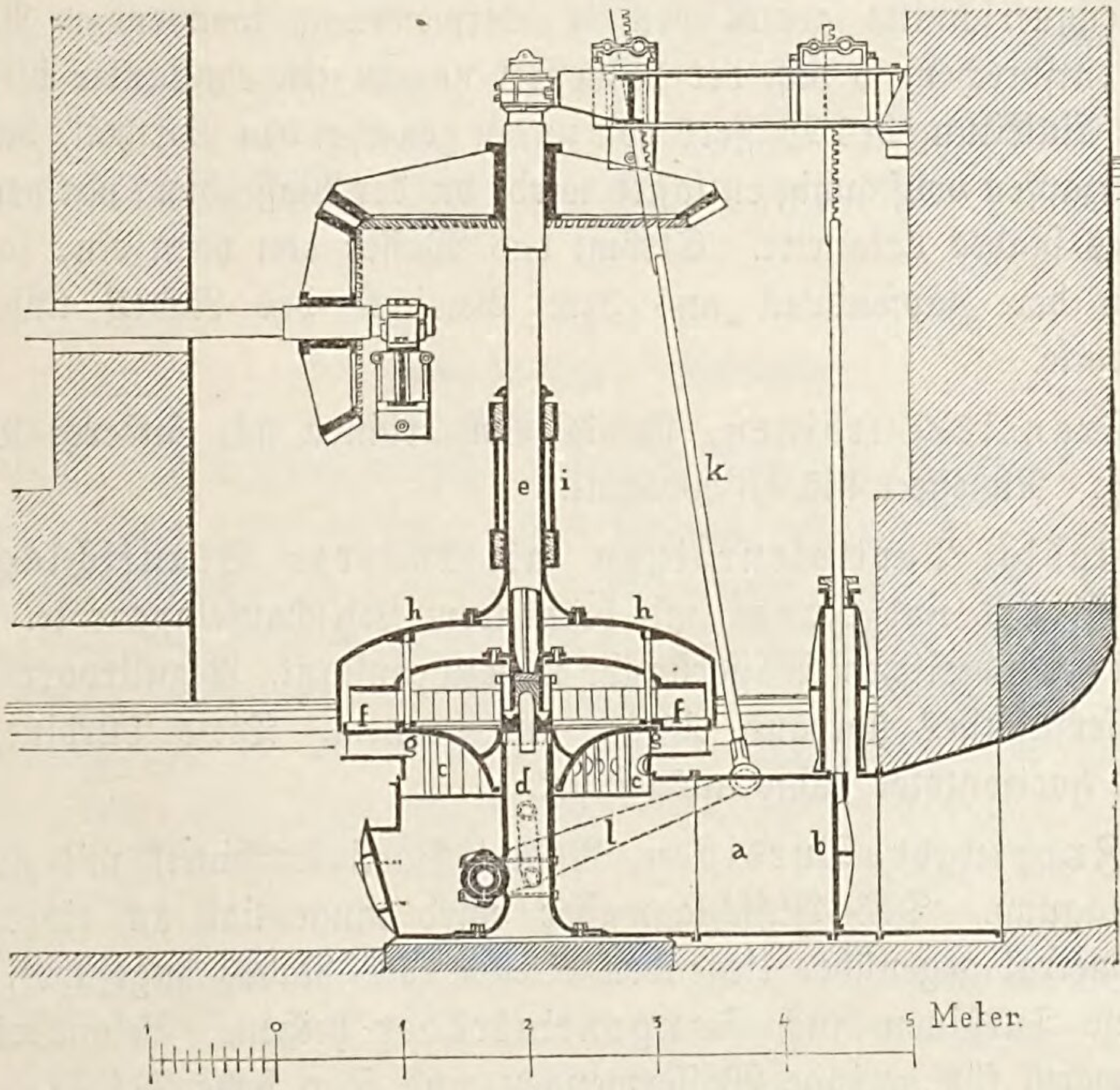


Fig. 40. Fourneyron-Turbine von Nagel & Kämp.

unveränderlicher Höhe das Laufrad f. Um bei veränderlichen Wassermengen stets den nämlichen Wirkungsgrad zu erzielen, ist eine Vorrichtung zur Regulirung der Zellenquerschnitte angebracht, bestehend aus zwei horizontalen Scheiben g, welche mit zwischen den Zellen verschiebbaren Platten versehen sind. Die innere Scheibe kann auf der Spursäule auf und nieder geschoben werden und ist derartig gekrümmt, daß das Wasser längs der Fläche ohne Stoß nach außen geleitet wird. An ihrem Umfange befinden sich die Platten zum Reguliren der Zellenquerschnitte des Leitrades. Die äußere Scheibe regulirt die Zellen des Turbinenrades und ist zu diesem Zwecke gleichfalls mit der entsprechenden Zahl von

Platten versehen. Sie ist durch ein, das Turbinenrad umgebendes Rohr mit der gewölbten Deckplatte h verbunden, die sich mit dem Rade dreht und gleichzeitig mit der unteren Platte auf- und niedergeschoben werden kann, zu welchem Behufe sie mittelst einer langen Nabe i auf der Spindel beweglich ist. Die Verschiebung erfolgt durch die Zugstange k und den Hebel l, in dessen Drehpunkt eine Welle angebracht ist, von welcher mittelst zweier weiterer, aus der Zeichnung nicht ersichtlicher Hebel beide Scheiben g und h gleichzeitig geschoben werden.

Diese Verschiebung bewirkt nun, daß die jedesmaligen Verhältnisse der Zellenquerschnitte genau den in Verwendung kommenden Wassermengen entsprechen, so daß der Nutzeffect nahezu ein constanter bleibt.

Die Einleitung des Wassers von unten gewährt den Vortheil, daß der Turbinenzapfen vollständig entlastet wird, da der Wasserdruck mit dem Gewichte des Rades balancirt. Strömt das Wasser von oben ein, so summirt sich der Zapfendruck aus dem Gewichte des Rades und dem Wasserdrucke.

2) Francis-Turbinen, Radial-Vollturbinen mit äußerer Beaufschlagung. Nutzeffect bis 80 Procent.

3) Radial-Partialturbinen mit innerer Beaufschlagung, System Girard und Nagel, mit drehbarem Leitschaufelapparate. Nutzeffect bei veränderlichem Wasserstande nahezu constant. Regulirvorrichtung des Wasserzuflusses überaus einfach und bequem. Diese Turbine wird auch mit horizontaler Achse ausgeführt.

4) Zuppinger-Turbinen, Radial-Partialturbinen mit äußerer Beaufschlagung. Das Aufschlagwasser wird tangential an einer oder zwei diametral gegenüber liegenden Stellen des Rades zugeführt, weßhalb diese Turbinen auch Tangentialräder heißen. Besonders empfehlenswerth für geringe Wassermengen und sehr hohe Gefälle. Nutzeffect bis 70 Procent.

5) Henschel-Jonval-Turbinen, Achsialturbinen, als Voll- und Partialturbinen zu verwenden. Fig. 41. Es bezeichnet o das Oberwasser, u das Unterwasser, l das Leitrad, t das Turbinenrad, a den Turbinentopf, k einen Deckel zum Zudecken einzelner Zellen des Leitrades mit Hülfe der Zugstange v, w die Turbinenspindel, z das Spurlager derselben. Das Turbinenrad kann an beliebiger Stelle des Leitungsrohres eingesetzt sein, also auch über dem Unterwasser, vorausgesetzt, daß das Ableitungsrohr luftdicht angeordnet wird, da das aus dem Rade in den unteren Theil des Rohres tretende Wasser saugend wirkt. Für hohe Gefälle bringt man demnach die Turbine nicht in, sondern über dem Unter-

wasser an, namentlich der besseren Zugänglichkeit wegen und um die Belastung des Zapfens der langen Achse zu verringern. In neuerer Zeit legt man das Rad jedoch nicht höher als 4 Meter über dem Unterwasserspiegel an, weil sich bei größerer Höhe zu viel Luft in dem Saugrohre ansammelt, wodurch der Nutzeffect beeinträchtigt wird. Derselbe beträgt bei gut construirten Turbinen dieses Systemes 70 bis 80 Procent.

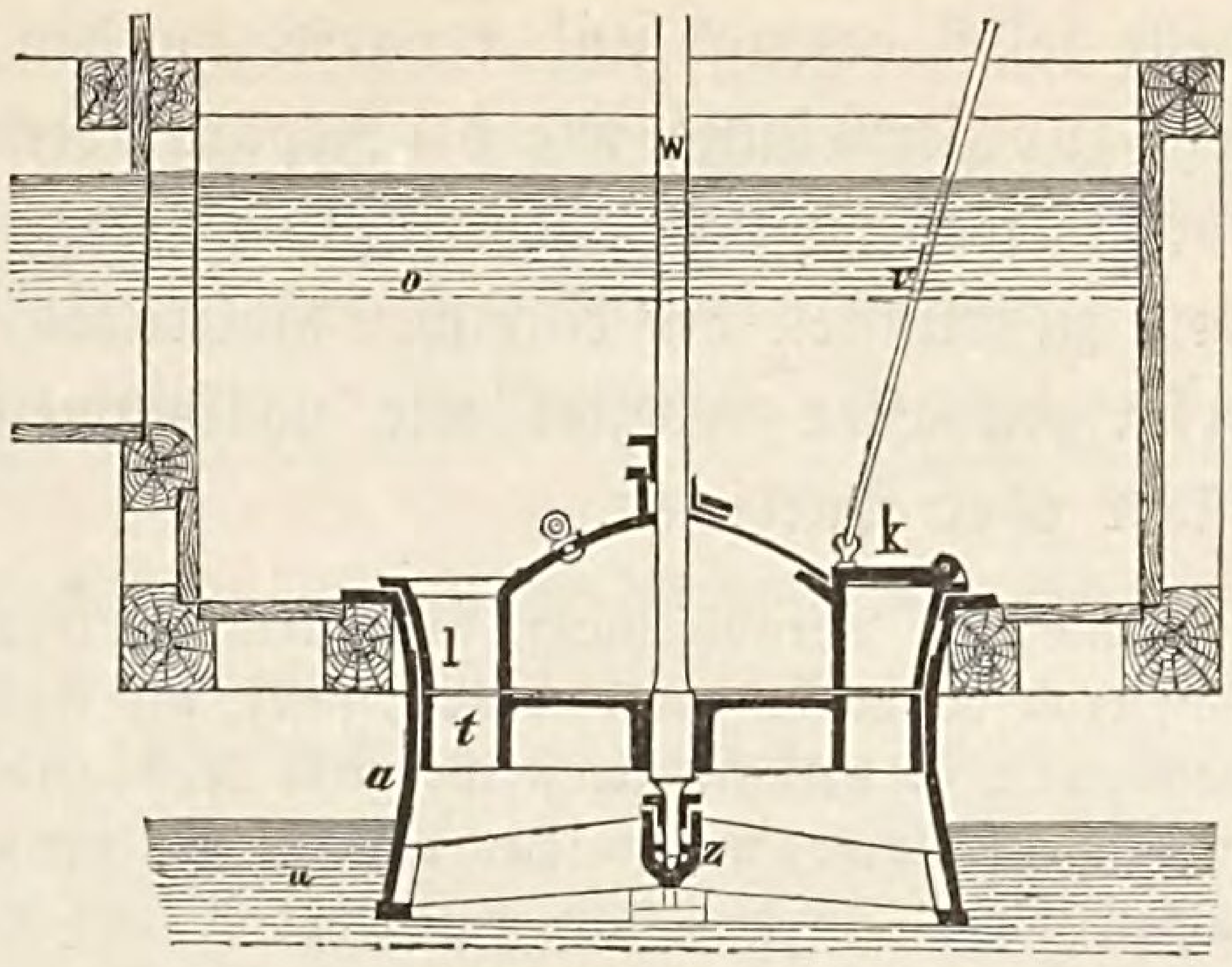


Fig. 41. Henschel-Jonval-Turbine.

c) Vergleichung der Wasserräder.

Wahl des Wasserrades. Trotzdem man sich in neuerer Zeit vielfach dazu neigt, den Turbinen einen Vorzug vor den verticalen Wasserrädern einzuräumen, so bedarf diese Anschauung doch einiger Einschränkung. Unstreitig sind die Turbinen für starke Gefälle (über 10 Meter) den verticalen Wasserrädern bedingungslos vorzuziehen; für geringere Gefällshöhen, wie sie in der Praxis zumeist vorkommen, kann dies jedoch im Allgemeinen nicht anerkannt werden. Die Turbinen besitzen, im Gegensatze zu den gewöhnlichen Wasserrädern, zu wenig Masse, so daß sie überall da, wo die Arbeitsmaschinen mit Stößen und Erschütterungen, überhaupt mit ungleichmäßigen Widerständen, wirken, unvortheilhaft arbeiten. Aus diesem Grunde würde es sich z. B. empfehlen, für den Betrieb von Dreschmaschinen, falls die localen Verhältnisse die Anlage eines Wasserrades gestatten, stets ein verticales Rad zu wählen.

Nachtheilig auf den Effect der Turbinen wirkt ferner eine stärkere Veränderlichkeit der Menge des Aufschlagwassers; auch versagen dieselben leicht, wenn das Wasser durch Sand, Schlamm und andere fremde Körper verunreinigt ist, da diese die engen Canäle der Turbinen weit leichter verstopfen als die weiten Zellen der verticalen Räder. In allen anderen Fällen, namentlich aber, wenn die Arbeitsmaschinen mit großer Umdrehungsgeschwindigkeit arbeiten müssen, sind die Turbinen die empfehlenswertheren Motoren. Unter manchen Verhältnissen wird überdies bei der Entscheidung über die Wahl des Wasserrades der Umstand in Berücksichtigung zu ziehen sein, daß hölzerne Wasserräder zumeist an Ort und

Stelle selbst erzeugt und reparirt werden können, während Turbinen sowohl zur Herstellung wie bei Reparaturen die Zuziehung einer Maschinenfabrik erfordern. Bei sehr isolirter Lage der Besitzung kann dieser Umstand zu Gunsten des einfachen Holzrades entscheiden, selbst wenn dasselbe unvortheilhafter arbeitet wie vollkommener construirte eiserne verticale Räder oder Turbinen.

Unter der Voraussetzung, daß allein die Größe des Baucapitals, welches auf das Wasserrad verwendet werden darf, sowie die Größe und Beschaffenheit der disponiblen Wasserkraft zu berücksichtigen ist, giebt Redtenbacher[1]) die nachfolgende tabellarische Zusammenstellung, mit welcher man in den meisten Fällen eine zweckmäßige Maschine wählen wird. In derselben bezeichnet K das Baucapital, Q das Wasserquantum, h das Gefälle, $L > L_1$, es sei die disponible Wasserkraft bedeutend (z. B. zweimal) größer als der zum Betriebe erforderliche Nutzeffect und $L = L_1$, es sei die disponible Kraft nur bei sehr vortheilhafter Benutzung zum Betriebe der Maschine hinreichend:

Ist das Gefälle und die Wassermenge		so soll gewählt werden		
h	Q	ein hölzernes Wasserrad	ein eisernes Wasserrad	eine Turbine
nicht über 2 m.	klein oder groß	wenn K klein	1) wenn K groß, h u. Q constant $L > L_1$ 2) wenn K groß, h und Q veränderlich,	wenn K groß, h und Q constant, $L = L_1$
zwischen 2 m. und 6 m.	nicht größer als 0.2 cbm.	wenn K klein	wenn K groß	niemals
zwischen 2 m. und 6 m. oder zwischen 6 m. u. 12 m.	größer als 0.3 cbm. klein oder groß	wenn K klein und $L = L_1$	wenn K groß und $L = L_1$	wenn K groß und $L > L_1$
größer als 12 m.	klein oder groß	niemals	niemals	jederzeit

Die folgende Tabelle[2]) giebt die Grenzwerthe der Gefälle, der Wassermengen und Wirkungsgrade der wichtigeren hydraulischen Motoren für eine effective Leistung von 1 bis 60 Pferdekraft an:

1) Resultate für den Maschinenbau, 6. Aufl., Seite 144; Heidelberg 1875.

2) Weisbach's Ingenieur 6. Aufl., Seite 577; Braunschweig 1874.

Art der Motoren.	Gefälle h Meter.	Secundliches Wasser-quantum Q Cubikmeter.	Wirkungsgrad $\eta = \frac{L_1}{Q\,h.1000}$
Unterschlägige Räder in unbegrenztem Wasser (Schiffsmühlen)	0.1 bis 0.3	0.80 bis 3.70	0.20 bis 0.30
Unterschlägige Räder im Gerinne . .	0.3 „ 1.0	0.24 „ 3.70	0.30 „ 0.40
Ponceleträder	0.6 „ 2.0	0.12 „ 3.70	0.55 „ 0.65
Kropfräder mit Durchlaßschütze . . .	1.0 „ 2.0	0.12 „ 2.40	0.40 „ 0.55
Kropfräder mit Unterfallschütze . . .	1.5 „ 3.0	0.12 „ 2.00	0.65 „ 0.70
Kropfräder mit Coulisseneinlauf . .	2.5 „ 5.0	0.12 „ 2.00	0.60 „ 0.70
Rückenschlägige Räder mit Coulisseneinlauf	3.0 „ 9.0	0.09 „ 0.75	0.60 „ 0.75
Oberschlägige Räder	2.5 „ 5.0	0.07 „ 0.37	0.50 „ 0.60
	5.0 „ 7.5	0.06 „ 0.60	0.65 „ 0.75
	7.5 „ 12.5	0.05 „ 0.50	0.70 „ 0.80
Vollturbinen	0.3 „ 20.0	0.008 „ 3.70	0.60 „ 0.80
Partialturbinen	6.0 „ 60.0	0.004 „ 1.20	0.50 „ 0.75

E. Die Locomobilen.

Einleitung.

Eine Locomobile ist eine, direct mit ihrem Kessel verbundene und auf einem Fuhrwerke montirte Dampfmaschine, welche auf guten Wegen ohne erhebliche Schwierigkeiten durch vorgelegtes Spannvieh transportirt werden kann. Sie bildet eine Gattung von Dampfmaschinen im Gegensatze zu den stationären Dampfmaschinen, bei welchen in der Regel Kessel und Maschine getrennt sind und der Aufstellungsort voraussichtlich niemals geändert werden soll, den Halblocomobilen oder transportablen Dampfmaschinen, bei welchen wohl Kessel und Maschine zu einem Körper verbunden sind, aber das der Locomobile eigenthümliche Fuhrwerk fehlt und endlich den Locomotiven, bei welchen die Dampfkraft die Umdrehung der Fahrräder bewirkt und so die Maschine zum Transport durch eigene Betriebskraft geeignet macht.

Die Locomobile ist hervorgegangen aus dem Bedürfnisse der Landwirthschaft nach einem Motor, welcher an verschiedenem Platze und für verschiedene Arbeitsmaschinen verwendet werden kann. Sie muß demnach compendiös, leicht transportabel und einfach sein; sie soll ferner möglichst wenig Brennmaterial erfordern und eine lange Dauer besitzen.

Letztere beiden Anforderungen werden jedoch niemals in gleich günstiger Weise erfüllt werden können wie bei stationären Dampfmaschinen, da der transportable, mit der Feuerung unmittelbar vereinigte Kessel, dessen Abmessungen durch ein nicht überschreitbares Gewicht begrenzt sind, niemals eine so günstige Ausnutzung des Brennmaterials gestattet und eine gleich lange Dauer besitzt als der eingemauerte nach rationellen Grundsätzen angelegte Kessel der stationären Maschine.

Es mögen hier zunächst, ehe wir auf eine specielle Besprechung der Locomobile eingehen, einige allgemeine Betrachtungen über Dampfbildung, über das Brennmaterial und über die Wirkung des Dampfes in der Dampfmaschine vorausgeschickt werden.

Den Druck des gespannten Dampfes bemessen wir entweder nach der Kraft, welchen derselbe auf eine bestimmte Fläche auszuüben vermag oder durch die Vergleichung mit dem mittleren Drucke der Atmosphäre. Diese übt einen Druck von 1.033 Kilogramm auf die Fläche von 1 Quadratcentimeter aus. Gespannter Dampf bildet sich in einem geschlossenen, theilweise mit Wasser gefüllten Gefäße, wenn das Wasser durch Wärmezufuhr zum Sieden gebracht und mit der Zufuhr von Wärme fortgefahren wird. So lange das Wasser nur unter dem Drucke der atmosphärischen Luft steht, findet das Sieden wie in einem offenen Gefäße bei 100° C. statt; in dem Maße als die Spannung erhöht werden soll, bedarf es auch einer stärkeren Erwärmung, und zwar besteht die folgende Beziehung zwischen der Spannung des gesättigten Dampfes, d. h. desjenigen, welcher mit dem Wasser zusammen erhitzt wurde, und der Temperatur:

Dampfspannung in Atmosphären	1	2	3	4	5	6	7	8
Temperatur in Celsiusgraden	100	121	134	144	152	159	165	170

Man bezeichnet die hier angegebene Dampfspannung als totale Spannung im Gegensatze zu dem Ueberdrucke, mit welchem man in der Praxis gewöhnlich rechnet und welcher den Druck über den der äußeren Luft bezeichnet.

Der Gegensatz von gesättigtem Dampfe ist überhitzter Dampf, welcher entsteht, wenn gesättigtem Dampfe, welcher nicht mehr mit dem Wasser in Berührung ist, neue Wärme zugeführt wird. Das specifische Gewicht (Gewicht eines Cubikmeters in Kilogramm) des gesättigten Dampfes von einer bestimmten Temperatur ist constant, während dasjenige des überhitzten Dampfes mit Steigerung der Temperatur geringer wird. Wir haben es hier nur mit gesättigtem Wasserdampfe zu thun,

da die Dampfüberhitzung bei Locomobilen nicht stattfindet. Nachfolgende Uebersicht giebt die Dichtigkeit des Dampfes, also das Gewicht eines Cubikmeters, bei den verschiedenen Spannungen an:

Dampfspannung in Atmosphären	1	2	3	4	5	6	7	8
Dichtigkeit: Gewicht von 1 Cubikmeter in Kilogramm	0.607	1.167	1.708	2.237	2.757	3.270	3.776	4.277

Man ersieht hieraus, daß in einer Volumeneinheit gesättigten Dampfes von 2 Atmosphären nahezu die doppelte Menge Wasser, in einer Volumeneinheit von 8 Atmosphären die siebenfache Wassermenge enthalten ist als in der nämlichen Menge Dampf von 1 Atmosphäre.

Eine **Wärmeeinheit** ist derjenige Aufwand an Wärme, durch welchen 1 Kilogramm Wasser 1 Grad Celsius Temperaturerhöhung erfährt. Einer Wärmeeinheit entspricht das mechanische Aequivalent von 424 Meterkilogramm. Die Wärmemenge, welche erforderlich ist, um 1 Kilogramm Wasser von 0 Grad in Dampf von t Grad zu verwandeln, ist

$$W = 606.5 + 0.305\,t \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Danach berechnet sich mit Rücksicht auf die angegebenen Temperaturen des Dampfes von 1 bis 8 Atmosphären folgende Uebersicht:

Dampfspannung in Atmosphären	1	2	3	4	5	6	7	8
Gesammtwärme zur Erzeugung von 1 Kilogramm gesättigten Dampfes aus Wasser von 0 Grad C.	637	643	647	650	653	655	657	658

Besitzt das Speisewasser die Temperatur von $+ t_0$ Grad, so hat man, um den Wärmeaufwand zur Erzeugung von 1 Kilogramm Dampf zu ermitteln, für jeden Grad Wärme über 0 Grad eine Wärmeeinheit von der hier angegebenen abzuziehen.

Wie ersichtlich, ist der Wärmeaufwand zur Erzeugung verschiedener Dampfspannungen sehr wenig von einander abweichend; es genügt demnach für die Praxis, nur das Gewicht Wasser, welches zu verdampfen ist, in Betracht zu ziehen und die Dampfspannung unberücksichtigt zu lassen.

Unter der **Heizkraft eines Brennmaterials** wird diejenige Wärmemenge verstanden, welche beim vollkommenen Verbrennen eines Kilogrammes desselben in atmosphärischer Luft erzeugt wird. Die folgende Uebersicht zeigt die Heizkraft der üblichsten Brennmaterialen und zwar in

der ersten Spalte in Wärmeeinheiten, in der zweiten in Steinkohleneinheiten, d. h. verglichen mit der gleich 1 gesetzten Heizkraft der Steinkohle:

Brennstoff	Heizkraft in Wärmeeinheiten.	Heizkraft in Steinkohleneinheiten.
Anthracit	8100	1.08
Mittlere Steinkohle	7500	1.00
Holzkohle	7000	0.93
Coaks mit 15 Procent Asche	6800	0.91
Braunkohle	5000	0.67
Torf mit 30 Procent Wasser	3700	0.49
Holz mit 20 Procent Wasser	2800	0.37

Nimmt man an, daß zur Erzeugung von 1 Kilogramm Wasserdampf 640 Wärmeeinheiten erforderlich sind, so würde, wenn man die bei der Verbrennung unvermeidlichen Verluste unberücksichtigt läßt, ein Kilogramm Steinkohle mittlerer Qualität genügen, um

$$\frac{7500}{640} = 11.72 \text{ Kilogramm Wasser}$$

zu verdampfen.

Wegen der Verluste, welche bei der Verbrennung stattfinden — unvollständige Verbrennung auf dem Roste, Abführen von Brennstoffen in Form von Ruß und Rauch durch den Schornstein u. s. w. — ist die effective Verdampfungskraft nur etwa $^2/_3$ der theoretischen; d. h. der Nutzeffect des Dampfkessels beträgt $66^2/_3$ Procent. Im günstigsten Falle aber nicht bei Locomobilkesseln, ist es gelungen, 80 Procent der theoretischen Verdampfungskraft nutzbar zu machen. Bei gewöhnlichen Kesseln, einschließlich der Locomobilkessel, rechnet man

auf 1	Kilogramm	Steinkohle	5	bis	7	Kilogramm	Wasser,
„ 1	„	Coaks	5	„	6	„	„
„ 1	„	Holz	2.5	„	2.75	„	„
„ 1	„	Torf	2	„	2.5	„	„ [1]).

Die zur Verbrennung erforderliche Luftmenge beträgt

für 1	Kilogramm	Steinkohlen	16	Cubikmeter,
„ 1	„	Coaks	16	„
„ 1	„	Holz	8	„
„ 1	„	Torf	10	„

1) 1 Kilogramm Stroh verdampft nach Radinger's Versuchen bei der Locomobilfeuerung 1.86 bis 1.97 Kilogramm Wasser von 0 Grad. Auf den Werth der Strohfeuerung für Locomobilkessel wird in der Folge noch näher eingegangen werden.

Die Verbrennung findet auf dem Roste statt. Wir unterscheiden die totale Rostfläche von der freien Rostfläche und verstehen unter letzterer die Fläche der Rostspalten, also die Summe der Zwischenräume zwischen den sämmtlichen Roststäben. Weber[1]) berechnet für Locomobilen die Größe der totalen Rostfläche

$$A = \frac{1}{700} S = \frac{1}{100} C \text{ Quadratmeter,}$$

wenn S das stündlich zu verdampfende Wasserquantum und C das stündlich zu verbrennende Steinkohlenquantum in Kilogrammen bezeichnen, und die freie Rostfläche

$$F = \frac{1}{2800} S = \frac{1}{400} C \text{ Quadratmeter.}$$

Hierbei wird angenommen, daß die Zuggeschwindigkeit 1.80 Meter pro Secunde betrage.

Die Heizfläche oder feuerberührte Oberfläche des Kessels ist derjenige Theil der Oberfläche desselben, welcher direct von dem Feuer und den heißen Verbrennungsgasen bestrichen wird. Die Größe der Heizfläche übt selbstverständlich einen erheblichen Einfluß auf den Nutzeffect des Kessels aus; bei Locomobilkesseln darf dieselbe nicht willkürlich vermehrt werden, weil hiermit das Gesammtgewicht des Kessels zu beträchtlich ausfallen und die Transportabilität erschwert würde. Weber empfiehlt, die Heizfläche 40mal so groß als die totale Rostfläche zu machen. Englische Locomobilen besitzen für Steinkohlenheizung gewöhnlich eine Heizfläche gleich der 25 bis 30fachen Rostfläche.

Die Wirkung des Dampfes in der Dampfmaschine. Wir setzen die Kenntniß der einfachen Hochdruckdampfmaschine voraus und sei nur bemerkt, daß die Locomobildampfmaschine stets mit Expansion arbeitet, d. h. daß der in den Cylinder während eines Kolbenhubes einströmende Dampf bereits abgesperrt wird, bevor der Kolben seinen Weg vollendet hat. Es bezeichne[2])

F die wirksame Kolbenfläche, d. h. den Werth $\frac{\pi}{4}\left(d^2 - \frac{d_1^{\,2}}{2}\right)$, wenn d den Durchmesser des Kolbens und d_1 denjenigen der Kolbenstange bedeutet,

s den Kolbenhub,

e den Füllungsgrad der Maschine, d. h. das Verhältniß desjenigen Theiles des Kolbenhubes, bei welchem der Dampfzutritt durch die Expansionsvorrichtung abgesperrt wird, zu dem ganzen Hube,

---

1) H. Weber, Der Bau der Locomobilen und transportablen Dampfmaschinen, Seite 80; Leipzig 1871.

2) Alle Längen in Metern, Flächen in Quadratmetern, die Dampfspannung in Atmosphären.

a den normalen Atmosphärendruck = 10333 Kilogramm pro Quadratmeter,

L_i die Arbeit des Dampfes pro Kolbenhub, welche der mittleren Spannungsdifferenz p_i auf beiden Seiten des Kolbens entspricht,

u die minutliche Tourenzahl (Anzahl der Doppelhübe des Kolbens) und

c die mittlere secundliche Kolbengeschwindigkeit $= \frac{s u}{30}$,

so ist

$$L_i = F\ s\ a\ p_i$$

und die Arbeit der Maschine in Pferdekräften

$$N_i = \frac{F\ c\ a\ p_i}{75}.$$

Die Differenz der mittleren Dampfspannungen auf beiden Seiten des Kolbens p_i wird mit Hülfe des später zu besprechenden Indicators gemessen, weßhalb der Werth N_i die indicirte Pferdekraft genannt wird. Die von dem Dampfkolben auf die Schwungradwelle übertragene Arbeit N ist stets geringer als die indicirte und zwar um die indicirte Arbeit beim Leergange der Maschine und um die Arbeit der Reibung der bewegten Theile der Maschine bez. die Arbeit der Speisepumpe; man bezeichnet den resultirenden Werth als die Nutzpferdekraft, effective Pferdekraft oder auch Bremspferdekraft, da diese Arbeit mit Hülfe des in der Folge zu beschreibenden Bremsdynamometers gemessen werden kann. Das Verhältniß $\frac{N}{N_i}$ ist der indicirte Wirkungsgrad der Maschine, welcher bei gut construirten Dampfmaschinen annäherungsweise gleich 0.80 gesetzt werden kann.

Die Spannungsdifferenz p_i hat die aus nachfolgender Tabelle[1]) zu ersehenden durchschnittlichen Werthe:

Füllungsgrad.	Anfängliche Dampfspannung						
	3	4	5	6	7	8	9
0.1	—	—	—	—	—	—	2.145
0.2	—	—	—	2.015	2.535	3.056	3.577
0.3	—	1.472	2.118	2.763	3.408	4.054	4.699
0.4	1.126	1.870	2.615	3.360	4.105	4.850	5.594
0.5	1.361	2.184	3.008	3.831	4.654	5.478	6.301
0.6	1.545	2.429	3.314	4.198	5.083	5.967	6.852
0.7	1.683	2.613	3.544	4.474	5.405	6.335	7.266
0.8	1.780	2.744	3.707	4.670	5.633	6.596	7.559
0.9	1.842	2.826	3.809	4.793	5.776	6.760	7.744

1) Nach Grashof in Redtenbacher's Resultaten für den Maschinenbau, 6. Aufl., Seite 513; Heidelberg 1875.

Beispiel: Eine Locomobile von nominell 8 Pferdekraft[1]) besitze einen Cylinderdurchmesser von 0.228 Meter, einen Durchmesser der Kolbenstange von 0.035 Meter, ferner 0.305 Meter Kolbenhub und soll bei 4 Atmosphären Ueberdruck Dampfspannung mit halber Füllung 140 minutliche Umdrehungen machen. Wie groß berechnet sich die indicirte und die effective Pferdekraft?

$$\text{Es ist } F = \frac{\pi}{4}\left(0.228^2 - \frac{0.035^2}{2}\right) = 0.0403 \text{ Quadratmeter,}$$

$$c = \frac{0.305 \,.\, 140}{30} = 1.42 \text{ Meter,}$$

$$p_i \text{ (nach der Tabelle)} = 3.008;$$

somit

$$N_i = \frac{0.0403 \,.\, 1.42 \,.\, 10333 \,.\, 3.008}{75} = 23.7 \text{ Pferdekraft,}$$

wonach annäherungsweise die effective Leistung

$$N = 0.80 \,.\, 23.7 = 18.9 \text{ Pferdekraft}$$

geschätzt werden kann. Diese berechneten Resultate stimmen mit den durch Indicator und Bremsdynamometer gemessenen ziemlich gut überein.

Die Ermittlung des Dampfverbrauches kann ebenfalls annäherungsweise durch Rechnung geschehen. Es ist hierzu erforderlich, den Inhalt des Cylinders einschließlich des schädlichen Raumes festzustellen, welcher bis zum Eintritte der Expansion mit Dampf gefüllt wird. Hiervon ist diejenige Dampfmenge in Abzug zu bringen, welche vor dem Kolben verbleibt und bis zum Abschlusse des Dampfaustrittes nicht entwichen ist. Dieser zu Ende der Compressionsperiode im Cylinder befindliche Dampf verringert die für den folgenden Kolbenschub erforderliche Dampfmenge und muß somit in Abzug gebracht werden. Durch Multiplication des erhaltenen Werthes mit den in der Stunde stattfindenden Kolbenspielen erhält man die stündlich verbrauchte Dampfmenge. Dieselbe wird jedoch noch vermehrt durch etwaige Undichtigkeiten des Kolbens und der Steuerung sowie durch den Feuchtigkeitsgehalt des Dampfes und mancherlei Wärmeverluste, deren Höhe von der Construction und dem Zustande der Maschine abhängt. Diese Verluste wurden von Völkers durch die Formel $m\, d \sqrt{p_i}$ ausgedrückt; sie sind namentlich von dem mehr oder minder dichten Schlusse der Schieber und des Kolbens abhängig und ergab sich der Werth von m bei den von Völkers angestellten Versuchen zwischen den Grenzen 291 und 653.

---

1) Die Bezeichnung „nominelle Pferdekraft" drückt nur aus, mit welcher Leistungsangabe die Maschine in den Handel gebracht wird. Diese Angabe ist fast immer niedriger als die sich durch Messung ergebende effective Pferdekraft und hat demnach keinen Werth für die Beurtheilung der Leistungsfähigkeit der Maschine, um so mehr, da diese durch Veränderung der Dampfspannung und der Kolbengeschwindigkeit sehr variabel ist.

Grashof[1]) setzt denselben für einen mittelguten Zustand der Maschine gleich 450. Bei Locomobilen in gutem Zustande darf man jedoch den kleinsten hier angegebenen Werth in Rechnung bringen und lautet alsdann die Formel zur annähernden Berechnung der stündlich verbrauchten Dampfmenge (S in Kilogramm):

$$S = 120 \text{ F s u } [(e + e_1)\,\gamma - 1.32\, e_1] + 291 \text{ d } \sqrt{p_i}.$$

In derselben bedeutet e_1 den Coëfficienten des schädlichen Raumes e_1 sF, bestehend aus dem Raume zwischen Kolben und Cylinderdeckel zu Anfang und zu Ende eines jeden Hubes und aus dem Raume des betreffenden Dampfcanales. Bei Locomobilen kann man den ganzen schädlichen Raum durch eine Cylinderlänge von etwa 0.016 Meter dargestellt denken, also $e_1 = \frac{0.016}{s}$ setzen. γ bezeichnet das Gewicht eines Cubikmeters des einströmenden Dampfes in Kilogramm (Seite 93).

Es würde somit die in obigem Beispiele erwähnte Locomobile stündlich folgende Dampfmenge verbrauchen:

$$S = 120 \,.\, 0.04 \,.\, 0.305 \,.\, 140\ [(0.5 + 0.05)\ 2.76 - 1.32 \,.\, 0.05]$$
$$+ 291 \,.\, 0.228 \sqrt{3.008} = 412.5 \text{ Kilogramm.}$$

Demnach erfordert die Maschine pro Stunde und effective Pferdekraft $\frac{412.5}{18.9}$ = 21.8 Kilogramm Wasser bez. Dampf und wenn angenommen wird, daß 1 Kilogramm Steinkohle 6.5 Kilogramm Wasser verdampft, $\frac{21.8}{6.5}$ = 3.35 Kilogramm Kohle.

Die folgende Tabelle giebt die Werthe von N und S sowie den Wasser- und Kohlenverbrauch pro Stunde und Pferdekraft für verschiedene Füllungsgrade der nämlichen Maschine:

Füllungsgrad	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
Effective Pferdekraft	13.4	16.5	18.9	20.9	22.3	23.4	24.0
Stündlicher Dampfverbrauch	280.8	348.3	412.5	475.0	535.6	607.2	665.5
Dampfverbrauch pro Stunde und Pferdekraft	20.9	21.5	21.8	22.7	24.0	25.9	27.7
Kohlenverbrauch pro Stunde und Pferdekraft	3.22	3.31	3.35	3.49	3.69	3.98	4.26
Procentisches Verhältniß	75	78	79	82	87	94	100

In der letzten Spalte ist der Dampf- und Kohlenverbrauch bei einem Füllungsgrade von 0.9, also bei fast voller Füllung, gleich 100 gesetzt worden und es wird so die Ersparniß ersichtlich, welche die Expansion der Maschine pro Pferdekraft verursacht. Den Werth der Expansion erkennt man jedoch erst vollständig, wenn man den Brenn-

1) Redtenbacher's Resultate für den Maschinenbau, 6. Aufl., Seite 517; Heidelberg 1875.

materialverbrauch für den Fall berechnet, daß, anstatt mit Expansion zu arbeiten, die Kesselspannung reducirt wird. Die in Rede stehende Maschine leistet bei 0.9 Füllung, also nahezu ohne Expansion, 24 Pferdekraft mit einem stündlichen Dampfverbrauche von 665.5 Kilogramm. Berechnen wir für den nämlichen Füllungsgrad bei 3 Atmosphären Kesseldampfspannung diese Werthe ($p_i = 2.826$, $\gamma = 2.237$), so erhalten wir

$N = 17.8$ Pferdekraft,

$S = 533.6$ Kilogramm.

Der Kohlenverbrauch pro Stunde und Pferdekraft würde mithin 4.6 Kilogramm betragen, d. h. 108 Procent des Consums bei 4 Atmosphären Ueberdruck. Die Maschine leistet nahezu das Gleiche bei 3 Atmosphären und 0.9 Füllung wie bei 4 Atmosphären und 0.4 bis 0.5 Füllung; im ersteren Falle bedarf sie 137 bis 139 Procent des im letzteren erforderlichen Brennmaterialaufwandes.

Noch überzeugender tritt der Werth der Expansion hervor, wenn man den Kohlenverbrauch für sehr niedrige Spannungen, z. B. 1 Atmosphäre, und Füllungen bis auf 0.05 des Kolbenhubes berechnen wollte. Da man aber in der Praxis die in obigem Beispiele angenommenen Werthe für Expansion und Dampfspannung gewöhnlich einhält, so würde man durch eine derartige Rechnung, wenn auch sehr überzeugende, so doch für die Praxis völlig werthlose Ziffern erhalten.

Der Indicator.

Wie bereits bemerkt, dient der Indicator zum Messen der im Cylinder wirksamen Dampfspannung. Er besteht aus einem kleinen Cylinder, in welchem sich ein durch eine Feder belasteter Stempel verschieben kann. Wird die unbelastete Seite mit dem im Dampfcylinder arbeitenden Dampfe in Verbindung gebracht, so legt der Stempel einen Weg zurück, welcher proportional der Dampfspannung ist. Der Kolben bez. seine Verlängerung bewegt einen Bleistift auf einem Papierstreifen, wodurch eine Linie gezeichnet wird, welche mit der höchsten Spannung des auf den Kolben wirkenden Dampfes den höchsten Punkt erreicht. Da gleichzeitig der Papierstreifen rechtwinklig zur Achse des Kolbens, also seitwärts, bewegt wird, und zwar proportional der Bewegung des Dampfkolbens, so bildet die Linie eine Curve, deren Ordinaten die wirklich vorhandene Dampfspannung an jeder Stelle des Kolbenlaufes darstellen.

Fig. 42 giebt die Ansicht des zur Zeit am meisten benutzten Indicators von Richards und bezeichnet in derselben a den Cylinder, in welchem sich der durch die Feder belastete Stempel bewegt. An diesem setzt sich die Kolbenstange b an, deren Bewegungen auf den bei c befindlichen Bleistift übertragen werden. Je nachdem der Druck des Dampfes oder der entsprechend gespannten Feder überwiegt, wird der Stift entweder aufwärts oder abwärts bewegt. Der drehbare Cylinder d ist mit einem Papierstreifen bespannt, welcher durch eine geeignete Uebertragung von der Kolbenstange oder dem Kreuzkopfe der Dampfmaschine auf die Rolle e während eines Kolbenhubes eine seitliche (Dreh-) Bewegung macht

und so die Zeichnung der Indicatorcurve erzeugt. Die auf dem Druckcylinder drehbare Hülse f trägt die beiden Arme g und h, an welchen die Drehpunkte für die Geradführung des Bleistiftes angebracht sind; hierdurch wird es ermöglicht, den letzteren mit dem Papierstreifen in Contact zu bringen oder von demselben zu entfernen. Auf dem Papiercylinder ist eine Skala angebracht, welche die der jedesmaligen Stellung des Bleistiftes entsprechenden Spannungen darstellt; eine zweite Skala giebt die Spannungen für eine zweite, dem Apparate beigegebene Feder, für einen anderen (geringeren oder höheren) Dampfdruck bestimmt, an. Ist der Apparat nicht in Thätigkeit, so muß der Stift auf dem Nullpunkte stehen. Auf dem Papierstreifen ist eine entsprechende Theilung vorgedruckt, so daß man die Höhe der Ordinaten unmittelbar ablesen kann.

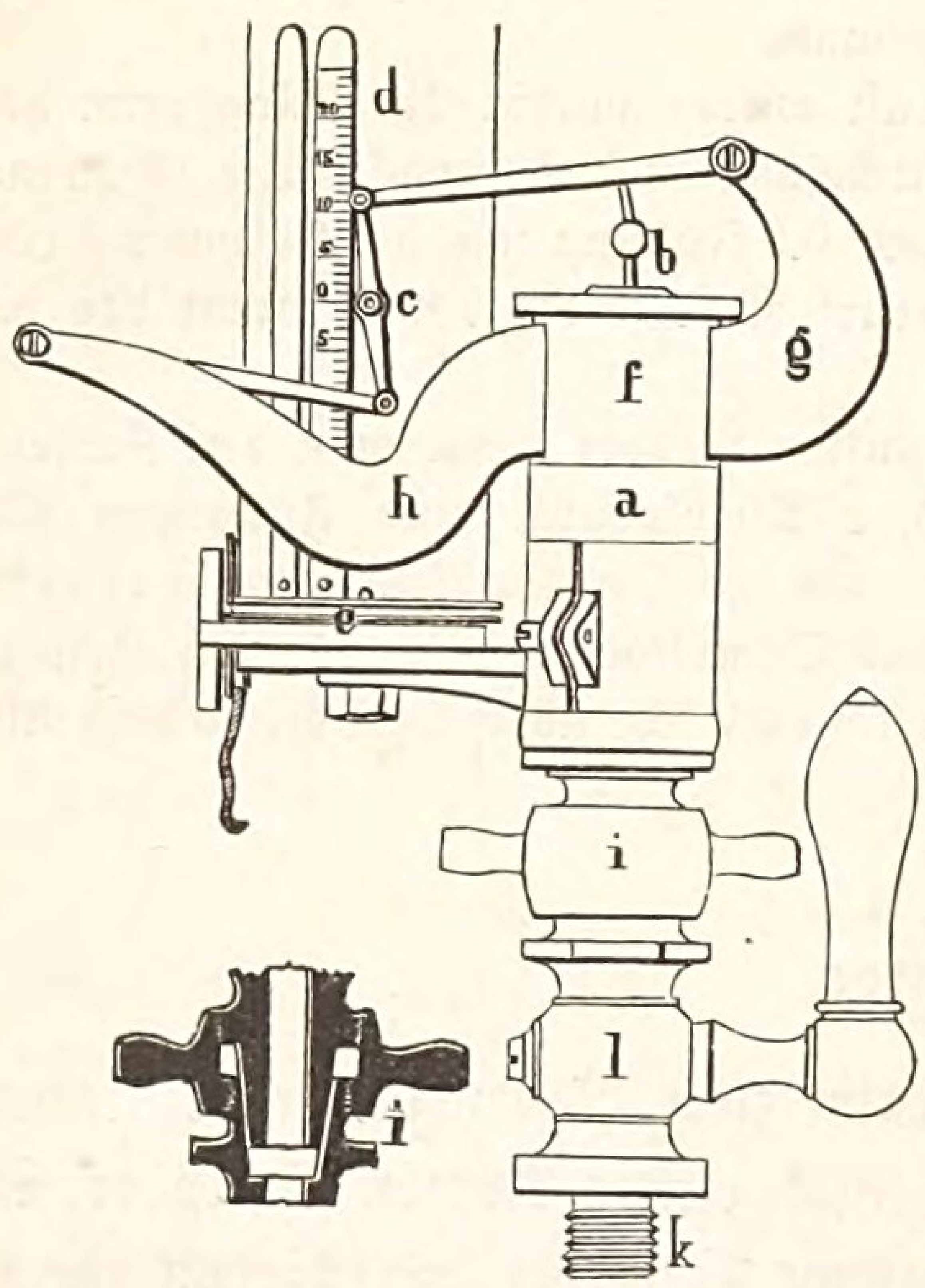


Fig. 42. Indicator nach Richards.

Der auch im Durchschnitte dargestellte Knebel i enthält eine sogenannte Differentialverschraubung mit grobem und feinem Gewinde; dieselbe ermöglicht, den Apparat in jeder Position im Kreise festzustellen, wodurch die Aufstellung desselben erleichtert wird. Bei k befindet sich eine Verschraubung, welche den Indicator mit dem Dampfcylinder in Verbindung bringt; l ist der Absperrhahn.

Als Grundlinie für das durch den Indicator zu zeichnende Diagramm dient die atmosphärische oder Null-Linie, d. h. diejenige Gerade, welche der Stift bei Drehung des Papiercylinders um seine Achse unter keinem anderen als dem Drucke der Atmosphäre zeichnet. Wird dagegen der Stift durch den Dampfdruck unter dem Indicatorkolben bewegt, so entsteht, vorausgesetzt, daß die Drehung des Papiercylinders mit dem Wege des Dampfkolbens correspondirt, das Kolbendiagramm. In dieser Figur giebt, wenn die atmosphärische Linie als Abscisse betrachtet wird, jede zugehörige Ordinate die Dampfspannung im Cylinder an. Im Allgemeinen hat ein derartiges Diagramm die in Fig. 43 dargestellte Form. Die Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung des Bleistiftes an. In den beiden todten Punkten an den Enden des Hubes ist die Richtung der Indicatorcurve direct aufsteigend oder abfallend, d. h. die Dampfspannung ist in plötzlichem Zunehmen oder Abnehmen begriffen. Ist die Kurve

parallel der Nulllinie, also horizontal, so zeigt dies, daß die Spannung während des entsprechenden Weges constant geblieben ist. Es findet dies statt, während der Dampf aus dem Schieberkasten in den Cylinder einströmt und ebenso beim Rückgange des Kolbens während des Ausblasens des Dampfes. Fällt dagegen die Kurve, so zeigt dies, daß an der entsprechenden Stelle des Kolbenweges die Dampfspannung abnimmt, was also namentlich beim Expandiren des Dampfes eintritt und ferner beim Oeffnen des Austrittscanales. In der Zeichnung Fig. 43 ist die Strecke von a bis b die Periode, in welcher der Dampf seine Wirkung beginnt,

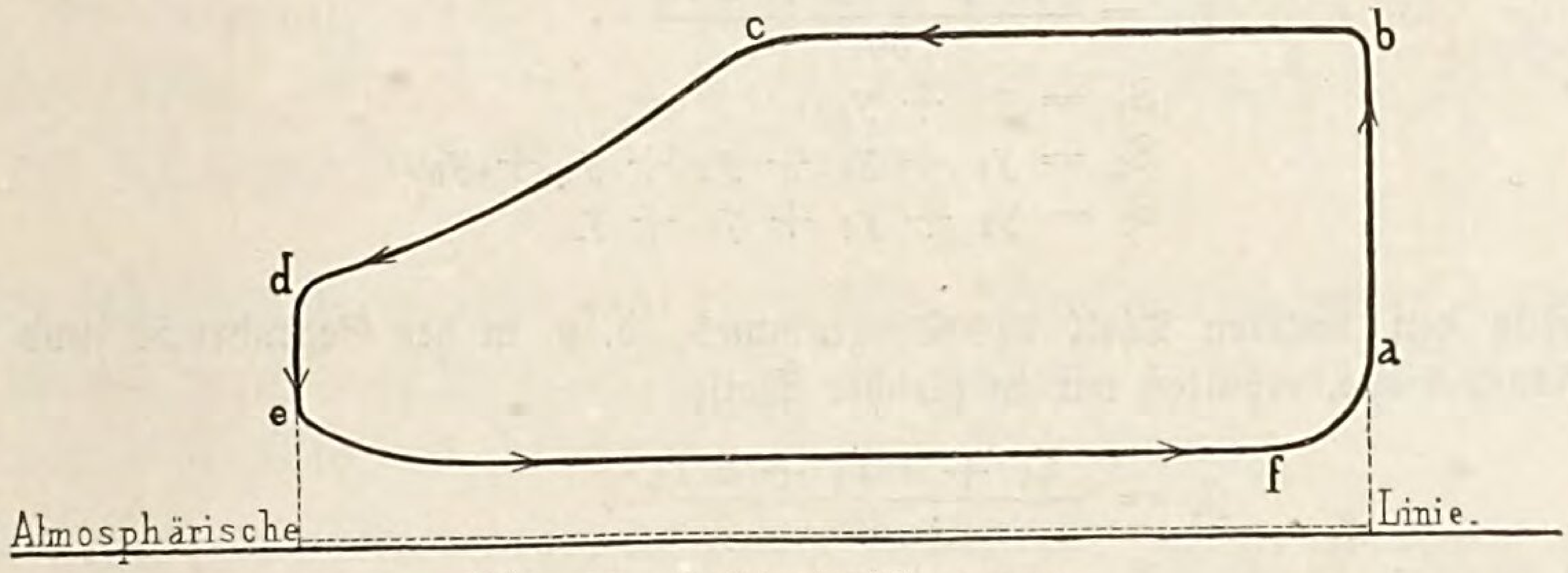


Fig. 43. Indicatordiagramm.

die Admissionsperiode, von b bis c diejenige, in welcher der Dampf die gleiche Spannung behält, die constante Dampfperiode; von c bis d ist die Expansionsperiode. Von e bis f, d. h. beim Rückgange des Kolbens, zeigen die Ordinaten den constant bleibenden Gegendruck an; diese Periode heißt die Gegendrucksperiode, während endlich von f bis a eine Compression des Dampfes eintritt, die Compressionsperiode. Wäre kein Gegendruck vorhanden, so würde die Linie in der Gegendrucksperiode bis auf die Nulllinie herabsinken.

Um aus der gewonnenen Indicatorcurve den wirksamen Dampfdruck und danach den dynamischen Effect der Maschine zu finden, theilt man die dem Kolbenwege entsprechende Basis h, Fig. 44, in eine gerade

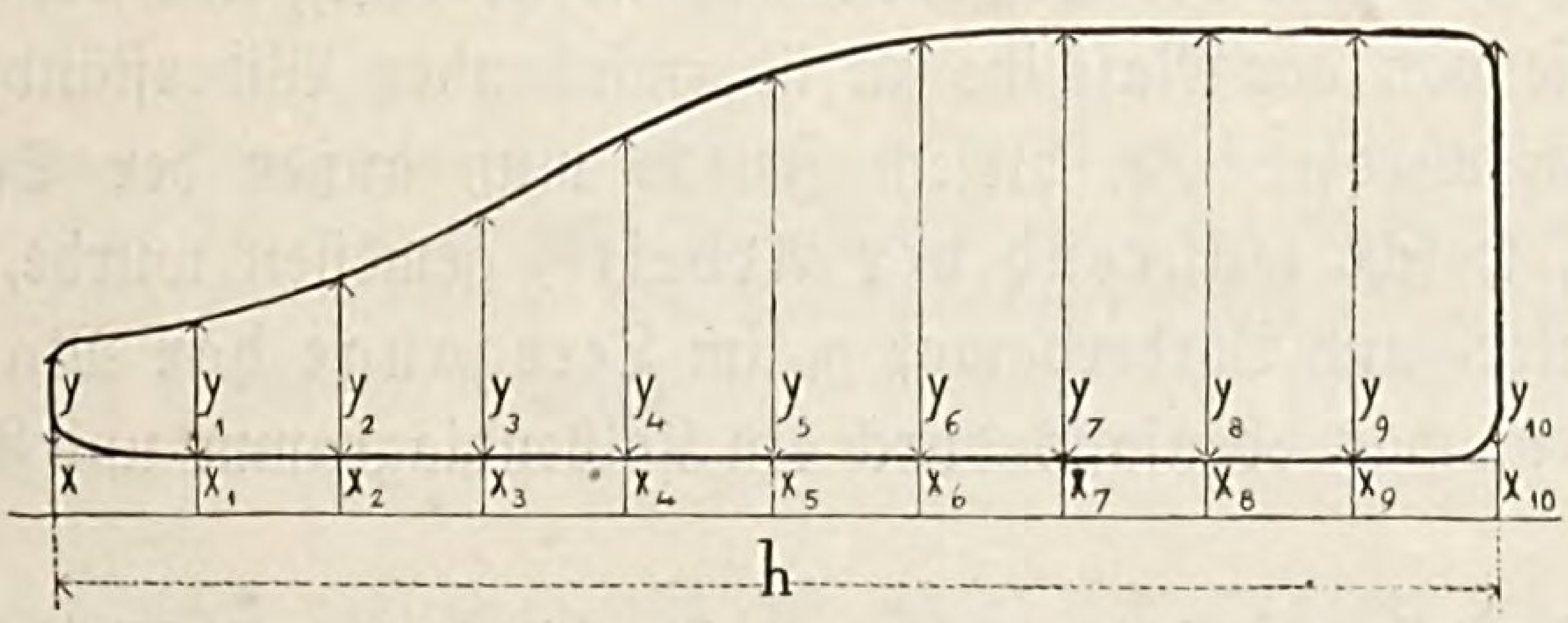


Fig. 44. Indicatordiagramm.

Anzahl gleicher Theile, wobei man sich einer dem Indicator beigegebenen, bequemen Theilvorrichtung für zehn Theile bedient. Von den Theilstrichen

zieht man rechtwinklig auf die Nulllinie Ordinaten und berechnet, nachdem man die jeder Ordinate entsprechende Dampfspannung in dem Diagramm notirt hat, die mittlere wirksame Dampfspannung vor und hinter dem Kolben.

Am besten bedient man sich hierzu des Amsler'schen Polarplanimeters[1]) oder wenn ein solches nicht zur Verfügung steht, der Simpson'schen Regel. Sind bei einer Eintheilung des Diagrammes in zehn Theile y, y_1 bis y_{10} die Ordinaten und hat man dieselben in Atmosphären ausgedrückt, so ist nach der Simpson'schen Formel die mittlere Dampfspannung hinter dem Kolben

$$p_1 = \frac{S_1 + 4\,S_2 + 2\,S_3}{30},$$

wenn

$$S_1 = y + y_{10},$$
$$S_2 = y_1 + y_3 + y_5 + y_7 + y_9,$$
$$S_3 = y_2 + y_4 + y_6 + y_8$$

ist.

Für den unteren Theil des Diagrammes, d. h. in der Gegendrucks- und Compressionsperiode, erhalten wir in gleicher Weise

$$p_2 = \frac{T_1 + 4\,T_2 + 2\,T_3}{30},$$

wenn

$$T_1 = x + x_{10},$$
$$T_2 = x_1 + x_3 + x_5 + x_7 + x_9,$$
$$T_3 = x_2 + x_4 + x_6 + x_8$$

ist.

Danach ergiebt sich die mittlere indicirte Spannungsdifferenz auf beiden Seiten des Kolbens

$$p_i = p_1 - p_2 = \frac{1}{30}\,[(S_1 + 4\,S_2 + 2\,S_3) - (T_1 + 4\,T_2 + 2\,T_3)].$$

Durch Einsetzung dieses Werthes in die Seite 96 gegebene Formel erhalten wir

$$N_i = \frac{F\,c\,a\,p_i}{75} \text{ Indicatorpferdekraft.}$$

Da man jedoch in der Praxis nicht nach den Indicatorpferdekräften sondern nach der von der Maschine nutzbar übertragenen Leistung fragt, so müssen die von der Maschine zu überwindenden Widerstände in Rechnung gezogen werden. Zu diesem Zwecke muß außer der Spannungsdifferenz p_i, welche während der Arbeit[2]) gemessen wurde, die Differenz von Hinter- und Vorderdampf p_l im Leergange der Maschine ermittelt werden, was ebenfalls durch ein Kolbendiagramm und Berechnung

---

1) Eine Darstellung desselben giebt u. a. Weisbach a. a. O. Theil II, 4. Aufl., Seite 312.

2) Entweder, während die Maschine am Bremsdynamometer oder an einer bestimmten Arbeitsmaschine arbeitet.

nach der Simpson'schen Regel geschieht. Die Leistung der Maschine beim Leergange drückt sich aus durch

$$N_l = \frac{F c a p_l}{75},$$

und die Differenz beider Leistungen ist die Nutzleistung, also

$$N = N_i - N_l.$$

Noch genauer wird N bestimmt, wenn man im Stande ist, die Reibung der bewegten Maschinentheile zu ermitteln, um diese von $N_i - N_l$ in Abzug zu bringen. Diese Reibung kann man (nach Rosenkranz)[1]), da sie mit der Belastung wächst, als Function von N betrachten und durch k N ausdrücken, wenn k den Reibungscoëfficienten bezeichnet; alsdann drückt sich die ganze Nutzleistung aus durch

$$N = N_i - N_l - k N.$$

Der Werth von k läßt sich durch das Bremsdynamometer bestimmen, indem man mittelst desselben die Nutzleistung mißt, während man gleichzeitig mit Hülfe des Indicators N_i und N_l bestimmt.

Will man mit Hülfe des Indicators ermitteln, welche Arbeitsstärke irgend eine von der Locomobile betriebene Arbeitsmaschine, z. B. die Dreschmaschine, erfordert, so nimmt man während der normalen Arbeit ein Indicatordiagramm oder eine Anzahl solcher, aus welcher man alsdann das Mittel bestimmt. Ebenso empfiehlt es sich, Indicatordiagramme der leer gehenden Maschine zu nehmen, um danach die schädlichen Widerstände derselben zu bestimmen[2]).

Das Bremsdynamometer.

Um die Arbeitswiderstände einer Dampfmaschine zu messen, bedient man sich des Bremsdynamometers oder Prony'schen Zaunes, d. h. eines Apparates, welcher die Arbeit der Maschine durch Reibung absorbirt und diese Reibung mißt. Fig. 45 stellt ein zweckmäßig angeordnetes Brems-

---

1) Der Indicator und seine Anwendung von P. H. Rosenkranz; Berlin 1868, eine Schrift, welche die beste Anleitung zur Anstellung von Indicatorversuchen giebt. Es muß auf dieselbe namentlich aus dem Grunde hingewiesen werden, weil die obigen Ausführungen nur den Zweck verfolgen, das Princip dieses wichtigen Instrumentes und seine Benutzung zu erläutern, nicht aber die vielseitigen Eigenschaften der Indicatordiagramme darzulegen.

2) Der Preis eines Indicators aus der Fabrik von Dreyer, Rosenkranz & Droop in Hannover beträgt mit allem erforderlichen Zubehör und 3 Federn 180 Mk.; 100 Blatt Indicatorpapier, auf beiden Seiten präparirt und vorgedruckt kosten 2 Mk. Die Preisverzeichnisse dieser Firma geben eine eingehende Darstellung der verschiedenen Methoden zur Anbringung des Indicators an Dampfcylindern.

dynamometer dar[1]). Auf der Schwungradwelle, deren Arbeit gemessen werden soll, wird eine Scheibe a aufgesetzt, die mit der Bremsvorrichtung umgeben ist. Der untere Theil der letzteren wird durch ein gekrümmtes schmiedeeisernes Band b_1 gebildet, welches inwendig mit Holzstücken ausgefüttert ist; darüber liegt die volle Holzbacke b. Die Hölzer sind derartig geschnitten, daß möglichst nur Hirnholz gegen die Scheibe läuft. Das Band b_1 endigt in zwei Schrauben, welche durch den Hebel h hindurchgezogen sind, so daß die beiden Backen mittelst der Schraubenmuttern gegen einander angezogen werden können. Der Hebel h kann an seinem

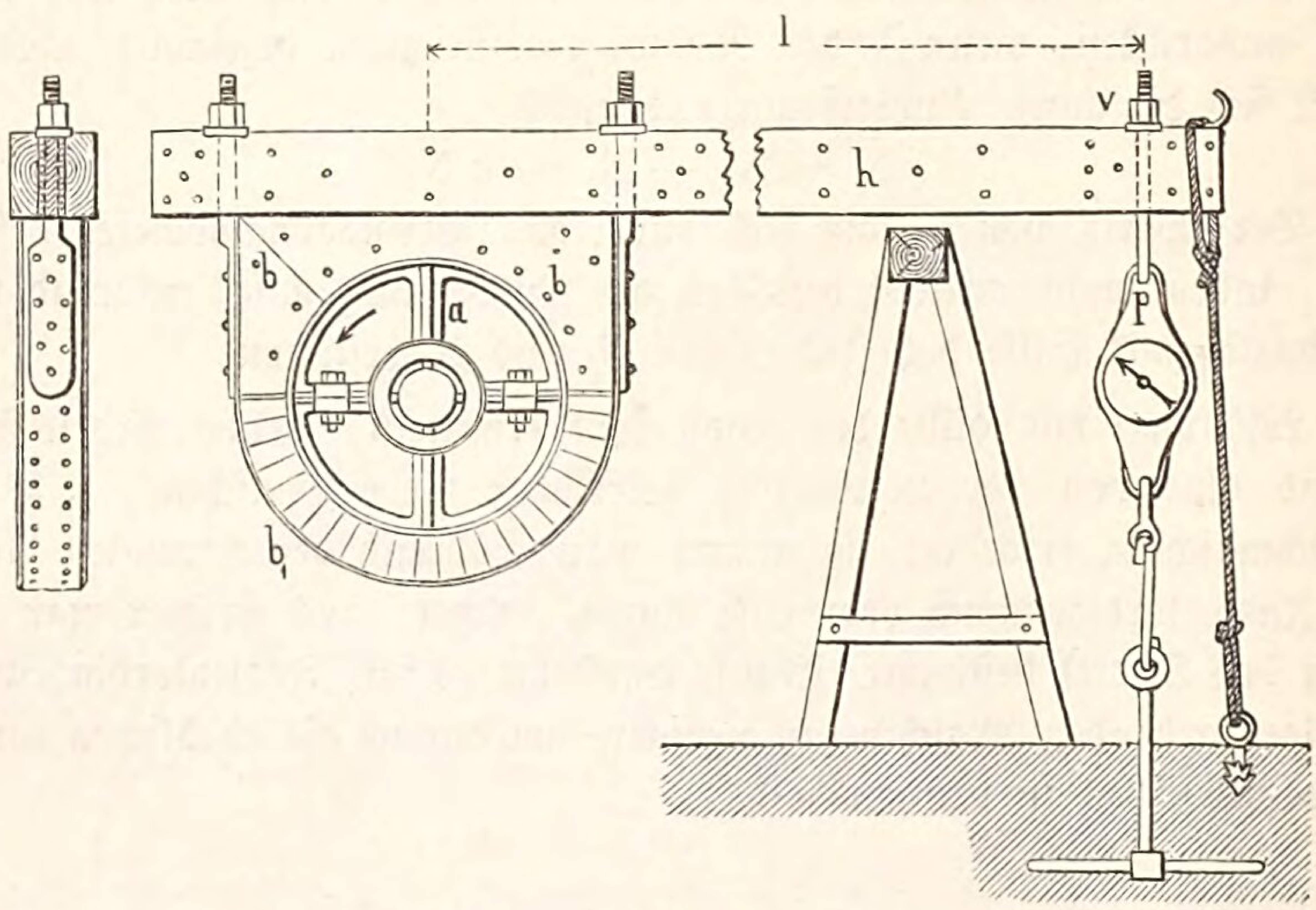


Fig. 45. Bremsdynamometer.

Ende belastet werden und zwar wird hier zumeist eine Wageschale zum Aufsetzen von Gewichten angebracht. Bequemer ist es, wie in Fig. 45 angegeben, ein vorher auf sein richtiges Anzeigen geprüftes Federdynamometer p zu verwenden. Dasselbe wird je nach den localen Verhältnissen unter dem Hebel oder, falls sich hier kein Befestigungspunkt findet, oberhalb desselben angebracht, wobei die Lage des Hebels der Drehungsrichtung der Welle entsprechend einzustellen ist.

Um die Leistung der Maschine zu finden, wird das Bremsband angezogen und die Belastung des Hebels bei normaler Tourenzahl derartig gewählt, daß der Hebel horizontal steht. Bei der Benutzung des Dynamometers p wird die Belastung durch die dasselbe anspannende Schraubenmutter v regulirt. Alsdann ist die Leistung der Maschine gleich der

1) Nach den Angaben von Rosenkranz a. a. O. Seite 46.

Reibung zwischen dem Umfange der Scheibe und den Bremsbacken. Da die Reibung der Belastung des Hebels das Gleichgewicht hält, so kann dieselbe nach dem statischen Momente desselben bestimmt werden. Die Belastung setzt sich aus den aufgelegten Gewichten bez. der Spannung des Federdynamometers und dem Eigengewichte des Hebels zusammen. Letzteres kann im Schwerpunkte des Hebels angreifend gedacht werden und muß mit Berücksichtigung der Hebelverhältnisse auf den Angriffspunkt der Last reducirt werden.

Bezeichnet l die Länge des Hebels und P die Belastung desselben, reducirt auf die Länge l, so ist die Arbeit der Maschine gleich dieser Belastung, multiplicirt mit derjenigen Geschwindigkeit, welche dieselbe annehmen würde, wenn sie der Bewegung der Welle folgen könnte. Diese Geschwindigkeit ist pro Minute 2π u l, also in der Secunde $\frac{\pi \, u \, l}{30}$; demnach die Leistung in (Brems-)Pferdekräften:

$$N = \frac{\pi \, u \, l \, P}{30 \, . \, 75} = 0.00139 \, u \, l \, P.$$

Bei der Messung der effectiven Leistung einer Locomobile kann man den Hebel ersparen, wenn man ein Bremsband um das Schwungrad legt und zwar am vortheilhaftesten nach der Fig. 46 dargestellten Anordnung. Das Bremsband liegt entweder direct auf der Scheibe auf oder es wird dasselbe mit Holzklötzen ausgefüttert. Das Band wird einerseits am Boden, an der Maschinenachse oder einer anderen passenden Stelle befestigt; bei a wird ein Federdynamometer eingeschaltet und bei b eine Wageschale angehängt, deren Belastung die erforderliche Reibung zwischen dem Bremsbande und der Scheibe erzeugt. Dieselbe muß durch Versuche derartig bestimmt werden, daß die Maschine mit der verlangten Umdrehungsgeschwindigkeit arbeitet. Die Differenz zwischen der

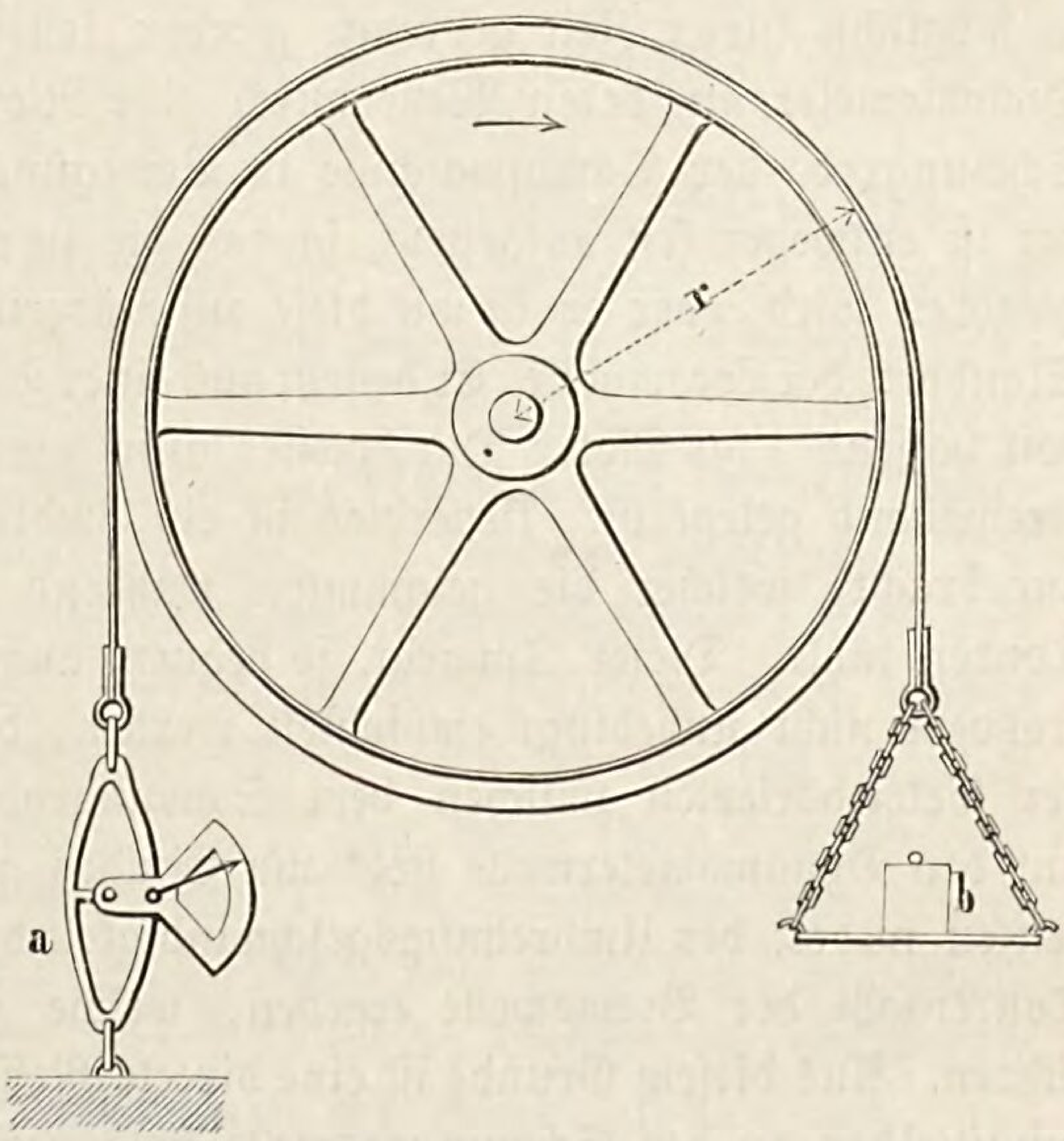


Fig. 46. Bremsdynamometer für Locomobilen.

Spannung der Federwage a und der Belastung b giebt den Werth der am Umfange des Schwungrades wirkenden Reibung an. Beträgt diese Differenz P Kilogramm und bezeichnet r den Radius des Schwungrades in Metern, so ist

$$N = 0.00139\, u\, r\, P.$$

Während der Arbeit würde sich die Bremsscheibe übermäßig erhitzen, wenn man nicht dafür Sorge trägt, daß fortwährend ein Wasserstrahl auf den Scheibenumfang trifft; es gehört demnach zu dem Versuche ein Gestell, auf welchem sich ein Wassergefäß mit Rohrleitung befindet, um die Scheibe andauernd bewässern zu können.

Beispiel: Die Seite 97 aufgeführte Locomobile wurde bei einer durchschnittlichen Umdrehungsgeschwindigkeit von 140 minutliche Touren gebremst, und zwar mit einer Belastung des Bremsbandes von 118 Kilogramm. Der Durchmesser des Schwungrades, über welches die Bremse gelegt war, betrug 1.524 Meter; wie groß ist die effective Leistung?

Es ergiebt sich

$$N = 0.00139 \,.\, 140 \,.\, 0.762 \,.\, 118 = 17.5 \text{ Pferdekraft.}$$

Bei Concurrenzen, auf welchen eine größere Anzahl von Locomobilen in möglichst kurzer Zeit gebremst werden sollen, wendet man zuweilen Dynamometer an, deren Welle durch eine Riementransmission von dem Schwungrade der Dampfmaschine in Bewegung gesetzt wird. Der Apparat ist entweder fest aufgestellt, so daß die zu prüfende Locomobile herangefahren wird, oder er ist wie diese auf Rädern montirt und fährt zu dem Standorte der Locomobile. Er besteht aus einer Welle, welche die Bremsscheibe von passend 1.50 Meter Durchmesser aufnimmt, um welche das belastete Bremsband gelegt ist. Ueberdies ist ein Umdrehungszähler an der Welle angebracht, welcher die gesammten während des Versuches gemachten Touren zählt. Dieser Apparat, so bequem auch seine Benutzung ist, kann trotzdem nicht unbedingt empfohlen werden, da bei voller Anspannung der Betriebsriemen zwischen dem Schwungrade und der Riemenscheibe auf der Dynamometerwelle stets um Einiges gleitet, wodurch sich Differenzen in der, der Umdrehungsgeschwindigkeit der Maschine entsprechenden Tourenzahl der Bremswelle ergeben, welche zu fehlerhaften Resultaten führen. Aus diesem Grunde ist eine directe Messung der effectiven Leistung unmittelbar an der Schwungradwelle stets vorzuziehen[1]).

---

1) Abbildung und Beschreibung eines Bremsdynamometers mit Riementransmission befinden sich in Rühlmann's Allgemeiner Maschinenlehre, zweite Auflage, Band I, Seite 245; Braunschweig 1875, und in der Schrift: On dynamometers, friction brakes and other testing apparatus belonging to the Royal Agricultural Society of England by William E. Rich; London 1876. (Nicht im Buchhandel.)

a) Die Locomobilkessel.

1. Die Anordnung der Locomobilkessel.

Die große Mannigfaltigkeit, welche noch vor einem Jahrzehnt in den Formen der Locomobilkessel herrschte, hat sich in neuerer Zeit ganz erheblich verringert. Fast allgemein ist man zu der Ueberzeugung gekommen, daß der bei Locomotiven angewendete Siederöhrenkessel mit im Horizontalschnitte rechteckiger Feuerbuchse den Anforderungen, welche an den Kessel einer landwirthschaftlichen Locomobile zu stellen sind, relativ am vorzüglichsten entspricht. Als vollkommen kann derselbe jedoch trotzdem nicht bezeichnet werden, da ihm namentlich der Mangel anhaftet, daß eine Entfernung des festgesetzten Kesselsteines sehr erschwert ist; auch ist sein Gewicht ein im Vergleiche mit anderen Kesseln von gleicher Verdampfungsfähigkeit sehr hohes, da die geraden Platten der Feuerbuchse aus sehr starken Blechen gefertigt und solide mittelst Stehbolzen und Zuganker verstrebt sein müssen, wenn der Kessel dem vorgeschriebenen Drucke mit Sicherheit Widerstand leisten soll.

Die wichtigeren, in neuerer Zeit vorwiegend angewendeten Systeme von Locomobilkesseln sollen zunächst besprochen werden und ist eine übersichtliche Darstellung derselben auf Taf. III gegeben.

Das Locomotivkessel-System, auch englisches System genannt, da dasselbe in England ganz allgemein und zwar, so lange als überhaupt landwirthschaftliche Locomobilen angefertigt werden, in Verwendung ist[1]. Fig. 1. Längenschnitt und Querschnitt durch die Feuerbuchse. Die Feuerbuchse a besteht aus zwei Theilen, der Feuerkiste oder inneren Feuerbuchse und dem äußeren Mantel oder der äußeren Feuerbuchse. Die Feuerkiste ist derartig in den äußeren Mantel hineingeschoben, daß an den Seiten zwischen beiden ein Raum von 0.05 bis 0.08 Meter verbleibt, welcher beim Betriebe mit Wasser gefüllt ist. Unten wird der Abschluß entweder durch einen gekröpften Blechkranz, Fig. 1, oder durch einen eingenieteten rechteckigen Rahmen, Fig. 2, bewerkstelligt. Die Verstrebung der Feuerkiste gegen den äußeren Mantel erfolgt durch eine große Zahl von Stehbolzen, welche in Reihen mit etwa 0.15 Meter Entfernung eingezogen werden. Der äußere Mantel ist oben in der Regel halbkreisförmig gewölbt. Die obere Platte der Feuerkiste ist mit Deckbarren verstärkt, bei

---

1) Es kann wohl als ein indirecter Beweis von der Zweckmäßigkeit dieses Kesselsystemes für Locomobilen gelten, daß die englischen Fabrikanten dieser Maschinen thatsächlich den Weltmarkt beherrschen und daß niemals Klagen über die Unangemessenheit ihrer Kesselconstruction verlautbar wurden.

kleinen Dimensionen genügen aufgenietete ⊥ Schienen. Diese Barren dürfen nicht auf der ganzen Fläche, sondern nur an den Befestigungsstellen aufliegen, damit das Wasser frei zwischen denselben und der Deckplatte circuliren kann; bei Nichtbeachtung dieser Anforderung brennt letztere leicht durch. Man hat in neuerer Zeit auch die Deckplatte der Feuerkiste aus einer gewellten Blechplatte, gewöhnlich mit drei Wellen in der Längenrichtung des Kessels, hergestellt, wodurch dieselbe eine derartige Steifigkeit erhält, daß die Deckbarren überflüssig werden (System Garrett). Auch wird hierdurch die Heizfläche um etwas vergrößert[1]). An der Stirnseite der Feuerbuchse ist die Oeffnung für die Feuerthür, elliptisch, ungefähr 0.28 Meter hoch, 0.35 Meter weit, angebracht und erfolgt der Abschluß des Wasserraumes an dieser Stelle in gleicher Weise wie am Boden der Feuerbuchse.

An der äußeren Feuerbuchse setzt sich der cylindrische Kessel b, in der Regel aus zwei in einander gesteckten Blechen gefertigt, an, zu welchem Zwecke die entsprechende Wand der Feuerbuchse umgebördelt wird (Fig. 1). Dieses Verfahren wird in neuerer Zeit bei Locomobilkesseln mit Vorliebe angewendet, da es Leichtigkeit — gegenüber den früher angewendeten, beiderseits vernieteten Kränzen aus Winkeleisen — und Festigkeit vereinigt. Es setzt das Umbördeln selbstverständlich ein vorzügliches Material des Kesselbleches voraus; bei nur mittlerer Qualität desselben ist dasselbe nicht ausführbar. Das Ende des cylindrischen Kessels wird durch die Schlußplatte gegen die Rauchbuchse c abgeschlossen. Zur Verstrebung des Kessels dienen zwei und bei den größten Kesseln vier Ankerschrauben zwischen den beiderseitigen Endplatten; überdies wird die gewölbte Deckplatte der äußeren Feuerbuchse mit der Stirnplatte derselben zumeist noch durch schräg eingesetzte und vernietete Streben versteift.

Von der Feuerkiste aus gehen die Sieberöhren durch den cylindrischen Kessel, in mehreren Reihen mit gleichmäßigen Abständen von etwa 0.03 Centimeter angeordnet, und sowohl in der entsprechenden Platte der Feuerkiste als auch in der Schlußplatte des cylindrischen Kessels dicht eingesetzt. Das Einziehen derselben erfolgt von der Rauchbuchse aus,

---

1) Garrett construirte überdies vor Kurzem einen Locomobilkessel, bei welchem außer der Deckplatte auch die Seitenwände, sowohl der inneren wie der äußeren Feuerbuchse, aus gewellten Blechen gefertigt sind, in ähnlicher Weise wie dies bei einigen Locomotiven schon in früherer Zeit versucht wurde. Ueber den Werth dieser Anordnung liegen noch keine genügenden Erfahrungen vor. Zeichnung und Beschreibung dieser neuesten Kesselconstruction für Locomobilen befinden sich in den Zeitschriften Engineering, Vol. XXVI, Seite 470 und The Engineer, Vol. XLVI, Seite 426, beide im Jahrgange 1878.

weshalb die betreffende Wand mit etwas weiteren Oeffnungen, als dem äußeren Durchmesser der Sieberöhren entspricht, versehen wird, so daß auch die in der Folge mit einer Kesselsteinschicht umkleideten Röhren noch ohne Schädigung der Oeffnungen herausgezogen werden können. An der Feuerkiste erfolgt das Dichten zumeist mittelst eines conischen Stahlringes, welcher scharf eingetrieben wird, an der Rauchbuchse durch Einrollen, d. h. ein Ausbauchen unmittelbar hinter der Verbindungsstelle mit Hülfe eines eigens für diesen Zweck construirten Apparates [1]).

Die Anzahl der Sieberöhren richtet sich nach der Größe des Kessels und der für die Verdampfung erforderlichen Heizfläche; sie beträgt 20 bis 40; ihr lichter Durchmesser ist 0.05 bis 0.07 Meter. Am Rauchbuchsenende stehen sie gewöhnlich 0.03 Meter hervor, d. h. in die Rauchbuchse hinein.

Auf der Rauchbuchse ist der Schornsteinstutzen d aufgesetzt, mit welchem durch einen Charnierring der zum Umlegen eingerichtete Schornstein verbunden ist. Der Durchmesser desselben beträgt im Lichten etwa 0.25 bis 0.35 Meter.

In der Feuerbuchse ist mittelst zweier zumeist aus Winkeleisen gefertigter Rostträger der Rost eingesetzt, unter demselben der Aschkasten, dessen vordere Platte mit Charnieren versehen ist, um den Luftzutritt je nach Erforderniß reguliren zu können. Die Roststäbe sind mit seitlichen Ansätzen (Fig. 4) versehen, welche die Spaltöffnungen stets constant erhalten; sie werden lose auf den Rostträgern aufgelegt. Die Rauchbuchse wird an ihrem Ende durch eine mittelst Riegel zu schließende Thür versehen, durch welche man zum Zwecke der Reinigung zu den Röhren gelangen kann.

Der niedrigste Wasserstand ist 0.10 Meter über der höchsten vom Feuer direct bestrichenen Kesselplatte, d. i. der Deckplatte der Feuerbuchse, festzusetzen, also etwa in der Höhe der in Fig. 1 dargestellten Zuganker.

Abmessungen eines englischen Locomobilkessels nach Fig. 1 für eine Maschine von nominell 8 Pferdekraft: Heizfläche 14 Quadratmeter, 1.75 Quadratmeter pro nom. Pferdekraft, totale Rostfläche 0.52 Quadratmeter, $^1/_{27}$ der Heizfläche, Feuerkiste 0.80 Meter breit, 0.66 Meter lang. Durchmesser des cylindrischen Kessels 0.83 Meter, Röhrenzahl

---

1) Ein vortrefflich wirksamer Apparat für diesen Zweck ist Dudgeon's Tube Expander, bestehend aus einem Dorne, an dessen Ende im Kreise drei oder vier kleine stählerne Rollen sitzen; zwischen den Rollen ist ein Stahlconus eingesetzt, welcher beim Drehen des Dornes mit den Rollen durch Hammerschläge eingetrieben wird. Hierdurch werden die Rollen in radialer Richtung nach auswärts gepreßt und die Enden der Röhren derartig eingewalzt, daß ein vollkommen dampfdichter Abschluß erfolgt. Eine Abbildung des Dudgeon'schen Apparates in der Schrift von John Head: A few notes on the portable steam engine, Seite 37; London 1877.

30 von 0.065 Meter lichtem Durchmesser und 1.90 Meter Länge, Querschnitt der Röhren 0.1 Quadratmeter, $\frac{1}{5.2}$ der Rostfläche. Die Rohrringe an der Feuerbuchse haben einen lichten Durchmesser von 0.05 Meter, der Querschnitt der Röhren beträgt also hier 0.058 Quadratmeter = circa $^1/_9$ der Rostfläche. Diese Verengung, welche nur eine Länge gleich derjenigen der Ringe, 0.06 Meter, besitzt, wirkt ähnlich wie die Feuerbrücke eines stationären Kessels.

Die Zugbeförderung erfolgt wie bei allen Locomobilkesseln durch das Blasrohr, d. h. ein Rohr, welches, in der Mitte des Schornsteines unmittelbar über der Rauchbuchse conisch verjüngt endigend, den abgehenden Dampf der Maschine durch den Schornstein leitet.

Das Material des Kessels ist Schmiedeeisen, sowohl zu den Wandungen wie zu den Sieberöhren; in früherer Zeit wurden letztere aus Messing gefertigt, wovon man aber jetzt allgemein abgekommen ist.

Wandstärke der Bleche für eine Dampfspannung von 5 Atmosphären: Innere und äußere Feuerbuchse 9.5 Millimeter, Sieberöhren-Platten 16 Millimeter, cylindrischer Kessel 8 Millimeter; bei Kesseln über 14 nom. Pferdekraft: innere Feuerbuchse 9.5 Millimeter, äußere 11 Millimeter, Sieberöhren-Platten 16 Millimeter, cylindrischer Kessel 9.5 Millimeter.

Taf. III. Fig. 2 englischer Locomobilkessel von Ransomes, Sims & Head in Ipswich, im Principe wie Fig. 1, jedoch ohne überhöhte äußere Feuerbuchse. Der Kessel ist derartig construirt, daß er mit 1 Kilogramm Kohle 8 Kilogramm Wasser verdampft; die Rostfläche beträgt 0.06 bis 0.07 Quadratmeter, die Heizfläche in der Feuerbuchse 0.25 bis 0.29 Quadratmeter, in den Sieberöhren 1.4 Quadratmeter, zusammen 1.65 bis 1.69 Quadratmeter pro nominelle Pferdekraft.

Folgende Uebersicht giebt einige wesentliche Abmessungen dieser Kessel für Maschinen von 6 bis 20 Pferdekraft:

Nominelle Pferdekraft	Heizfläche Quadratmeter.	Totale Rostfläche Quadratmeter.	Lichter Durchmesser der Sieberöhren Meter.	Zahl der Sieberöhren
6	10.18	0.33	0.07	22
8	13.46	0.47	0.07	27
10	16.64	0.60	0.07	30
12	19.72	0.68	0.07	33
14	23.20	0.82	0.07	37
16	27.41	0.91	0.07	41
20	33.54	1.15	0.07	51

Taf. III. Fig. 3. Amerikanischer Locomobilkessel nach neuerer Construction, California-Styl. Während die Feuerkiste der englischen Locomobilen unten offen ist und von unten in die äußere Feuerbuchse eingeschoben wird, sind beide Feuerbuchstheile bei der hier dargestellten

Anordnung unten geschlossen und befindet sich unter dem Aschenraume ein Wasserboden. Es wird hierdurch eine bessere Wassercirculation im Kessel, die Bildung eines Schlammsammlers und eine erhöhte Feuersicherheit bezweckt. Die Feuerkiste wird von der Stirnfläche aus in die äußere Feuerbuchse eingeschoben und am Umfange mittelst Stehbolzen vernietet. Die Stirnwand wird durch eine, zumeist gußeiserne Platte geschlossen, in welcher die Feuerthür und darunter die Thür zu dem Aschenraume, letztere gleichzeitig als Zugregister fungirend, eingesetzt sind. Auf der Feuerbuchse befindet sich, wie bei fast sämmtlichen amerikanischen Locomobilen, ein Dampfdom, von dessen höchster Stelle aus die Ableitung des Dampfes in die Maschine erfolgt, um möglichst wenig Wasser mit überzureißen[1]).

Die Zeichnung stellt den Kessel einer Locomobile von effectiv 12 Pferdekraft der Mansfield Machine Works zu Mansfield, Ohio, dar, dessen Abmessungen hier folgen[2]): Innere Feuerbuchse 0.86 Meter lang, 0.58 Meter breit, Rostfläche 0.5 Quadratmeter. Durchmesser des cylindrischen Kessels 0.71 Meter, der Röhren 0.05 Meter, Röhrenzahl 30, Länge derselben 1.83 Meter. Heizfläche circa 10 Quadratmeter, so daß der Rost $^1/_{20}$ der Heizfläche groß ist. Schornsteinweite 0.25 Meter = 0.05 Quadratmeter = $^1/_{10}$ der Rostfläche; Höhe desselben 2.44 Meter. Die Bleche des cylindrischen Kessels und der äußeren Feuerbuchse (Holzkohleneisen) sind 6.4 Millimeter stark, die Feuerkiste aus Stahlblech, einschließlich der Rohrwand 9.5 Millimeter stark. Bei voller Heizung auf 12 gebremste Pferdekraft werden auf dem Roste stündlich 27 Kilogramm bituminöser Kohle verbrannt.

In nachstehender Uebersicht sind die wichtigsten Abmessungen der nach dem „California-Styl" construirten Locomobilkessel von Frick & Co. in Waynesboro', Pennsylvanien, zusammengestellt (alle Maße in Metern):

Pferdekraft	Durchmesser des cylindrischen Kessels	Feuerbuchse			Siederöhren			Schornstein	
		Länge	Breite	Höhe	Anzahl	Durchmesser	Länge	Durchmesser	Höhe
2	0.41	0.61	0.35	0.41	12	0.051	1.22	0.20	1.83
4	0.56	0.71	0.51	0.51	18	0.051	1.37	0.23	2.13
6	0.58	0.76	0.56	0.61	25	0.051	1.52	0.25	2.44
8	0.61	0.81	0.58	0.66	30	0.051	1.75	0.28	2.74
10	0.66	0.91	0.61	0.71	35	0.051	1.75	0 28	3.05
12	0.66	0.96	0.63	0.76	37	0.051	1.82	0.28	3.05
15	0.73	1.07	0.68	0.86	42	0.063	1.93	0.30	3.35
20	0.81	1.22	0.76	0.96	50	0.063	2.23	0.38	3.66

1) Eine ähnliche Anordnung wird auch von der englischen Firma Robey & Co. in Lincoln verwendet, jedoch mit dem Unterschiede, daß sich bei den Kesseln dieser Fabrikanten auch an der Stirnseite, zwischen äußerer und innerer Feuerbuchse, ein Wasserraum befindet, der bei der amerikanischen Construction fehlt.

2) Nach Radinger's Bericht über die Dampfkessel der Weltausstellung zu Philadelphia, Seite 182; Wien 1877.

Von deutschen Locomobilkesseln eigenthümlicherConstruction ist vornämlich der Kessel von R. Wolf in Bukau bei Magdeburg zu erwähnen. Taf. III. Fig. 4. Derselbe ist derartig zusammengesetzt, daß die Feuerbuchse a von kreisförmigem Querschnitte mit den Sieberöhren b aus dem äußeren Kessel herausgenommen werden kann, um eine gründliche Reinigung der inneren Theile von anhaftendem Kesselsteine zu bewerkstelligen. Es bedarf hierzu nur einer Lösung der Flantschenschrauben, welche die Stirnplatte der Feuerbuchse mit dem äußeren Kessel verbinden und derjenigen Schrauben, welche an der Rauchbuchse die Verbindung der Röhrenplatte mit dem äußeren Kessel bewerkstelligen. Die Sieberöhren sind von sechs Seiten zugänglich, so daß ein Lostrennen des Kesselsteines mittelst eines geeigneten Instrumentes ohne Schwierigkeiten ausgeführt werden kann. Die Verbindungsflantschen werden durch eingelegte Gummiringe gedichtet.

An dem Roste schließt sich, wie bei stationären Kesseln mit Innenfeuerung, eine Feuerbrücke an; zwischen dieser und der Rohrwand ist ein freier Raum, welcher eine vollständige Verbrennung glühender Kohlentheile bewirkt und überdies die Aufgabe hat, mit fortgerissene Kohlentheile aufzunehmen, so daß sie nicht durch die Röhren in den Schornstein gelangen.

Nachfolgende Tabelle giebt eine Zusammenstellung der wichtigsten Abmessungen dieser Kessel (alle Maße in Metern):

Pferdekraft	Durchmesser des Kessels	Länge des Kessels (ohne Rauchkammer)	Sieberöhren Anzahl	Sieberöhren Äußerer Durchmesser	Länge der Rauchkammer	Heizfläche Quadratm.	Rostfläche Quadratm.	Durchmesser des Schornsteins	Gewicht des Kessels Kilogramm
2	0.65	1.92	18	0.051	0.33	4.1	0.15	0.19	600
3	0.65	2.09	20	0.051	0.33	4.9	0.18	0.21	650
4	0.78	2.25	28	0.051	0.39	6.8	0.24	0.22	800
6	0.89	2.30	38	0.051	0.44	9.1	0.32	0.25	1000
8	0.97	2.74	46	0.051	0.47	13.3	0.40	0.26	1200
10	0.97	3.03	48	0.051	0.47	14.2	0.50	0.27	1350
12	1.12	3.18	60	0.051	0.55	18.2	0.60	0.35	1650
16	1.25	3.74	60	0.057	0.64	23.9	0.75	0.39	2200
20	1.41	4.16	70	0.057	0.73	29.9	1.00	0.47	3000

Sehr große Mannigfaltigkeit zeigen die französischen Locomobilkessel; jedoch kann Taf. III Fig. 5, einer Albaret'schen Locomobile entnommen, als Muster der am meisten angewendeten Construction bezeichnet werden. Charakteristisch ist die cylindrische, domartig erhöhte äußere Feuerbuchse und die eigenthümliche, im Grundrisse kreisrunde,

jedoch mit abgeflachter Röhrenwand versehene innere Feuerbuchse. Die Zeichnung stellt dem Maßstabe nach den Kessel einer Locomobile von nominell 5 Pferdekraft dar, dessen wichtigste Abmessungen folgende sind: Heizfläche im Feuerraume 1.07, in den Röhren 6, zusammen 7.07 Quadratmeter, totale Rostfläche 0.25 Quadratmeter gleich $^1/_{28}$ der Heizfläche. Durchmesser der äußeren Feuerbuchse 0.70 Meter, Höhe derselben 1.18 Meter, Durchmesser der Feuerkiste 0.56 Meter, Höhe derselben 0.57 Meter, Durchmesser des cylindrischen Kessels 0.56 Meter, der Röhren 70 Millimeter, Länge der letzteren 2.05 Meter, Zahl 13. Länge der Rauchbuchse 0.43 Meter, Durchmesser des Schornsteines 0.22 Meter, Höhe desselben 4.40 Meter.

Der in früherer Zeit vielfach angewendete und noch jetzt in Frankreich gebaute Locomobilkessel, System Thomas & Laurens, ist auf Taf. III. Fig. 6 nach der Ausführung der Société centrale de construction de machines in Pantin dargestellt. Originell ist an demselben, daß die heißen Verbrennungsgase, nachdem sie ein kreisförmiges, schwach conisch sich verengendes Flammrohr a passirt haben, in eine Kammer eintreten, deren der Feuerung zugekehrte Wand eine Anzahl Sieberöhren b aufnimmt. Diese umgeben somit das Flammrohr und leiten die Verbrennungsgase zurück in die Rauchkammer c, an welcher sich, also unmittelbar über der Feuerung, der Schornstein d ansetzt. Der cylindrische Kessel wird aus zwei Theilen gebildet, die mit Winkelringen e verschraubt sind; durch Lösen derselben kann der innere Apparat, Flammrohr mit der Kammer und den Sieberöhren, aus dem cylindrischen Kessel zum Zwecke der Reinigung herausgezogen werden. Diesem Vortheile steht jedoch der Nachtheil gegenüber, daß die Kammer, aus welcher die Sieberöhren abgeleitet werden, leicht undicht wird und in Folge dessen bald umfassende Reparaturen nothwendig werden.

2. Der Zubehör der Locomobilkessel.

Die Roststäbe werden fast allgemein aus Gußeisen gefertigt und unterscheiden sich nicht von denjenigen der stationären Kessel. Ihre Länge muß derartig bemessen sein, daß sie sich bei der stattfindenden Erwärmung unbehindert ausdehnen können; sie werden deßhalb passend 0.02 Meter kürzer gefertigt als die Feuerkiste lang ist. Sie erhalten eine Breite von etwa 0.02 Meter und in der Mitte eine Höhe von 0.06 bis 0.07 Meter; nach unten gehen sie verjüngt zu. Ueber die Größe der totalen und freien Rostfläche ist bereits oben (Seite 95) das Erforderliche mitgetheilt worden. Die Roststäbe liegen frei auf den Rostträgern auf und können somit leicht herausgenommen werden.

Unter dem Roste befindet sich der Aschkasten zur Aufnahme der durch die Spaltöffnungen fallenden Asche und etwaiger Kohlentheile; derselbe muß allseitig geschlossen und an der Feuerungsseite mit einer Klappe zur Regulirung des Zuges versehen sein. Letztere ist gewöhnlich durch eine Kette an einem Haken aufgehängt, welcher an der Feuerbuchse angebracht wird; durch Verlängerung oder Verkürzung der Kette kann die Klappe beliebig weit geöffnet werden. Die Verbindung des Aschkastens mit der Feuerbuchse erfolgt durch Zapfen oder Schrauben, aber stets so, daß ein Abnehmen desselben leicht bewerkstelligt werden kann, um beim Transporte auf ausgefahrenen und stark gewölbten Wegen ein Anstreifen zu verhüten. Wandstärke des Aschkastens 2 bis 2.5 Millimeter; an den Seiten und oben wird er durch Flach- und Winkelschienen verstärkt.

Die Feuerthür, zumeist in elliptischer oder ähnlicher Form, besteht vortheilhaft aus zwei, in einem Abstande von 0.05 bis 0.07 Meter mittelst einiger Stehbolzen von 10 bis 12 Millimeter Stärke zusammengenieteter Platten, um eine zu starke Erhitzung der äußeren Thürplatte zu verhüten. Passende Abmessungen Seite 108.

Der Schornstein ist stets des bequemen Transportes wegen zum Niederlegen eingerichtet, und zwar mittelst zweier aus Winkeleisen gefertigter Charnierringe (zuweilen auch mittelst gußeiserner Ringe), welche einerseits auf dem kurzen, unmittelbar über der Rauchbuchse angebrachten Schornsteinstutzen, andererseits auf dem unteren Ende des Schornsteines vernietet sind. Die Befestigung während des Betriebes erfolgt durch einige Schrauben. Beim Herablassen legt sich der Schornstein auf den an der Feuerbuchse angebrachten Schornsteinhalter, einen halbrunden Bügel, zuweilen mit der Einrichtung, um den Schornstein für den Transport fest einzuschrauben. Eine früher häufig angewendete mechanische (Schrauben-) Vorrichtung zum Senken und Aufrichten des Schornsteines wird in neuerer Zeit nicht mehr verwendet, da dieselbe sich als unnöthig erwiesen hat. Passende Abmessungen des Schornsteines in den Tabellen Seite 111 und 112, Blechstärke etwa 2 Millimeter.

Um das Auswerfen von glühenden Kohlentheilen oder brennenden Holz- und Strohtheilen, letzteres namentlich beim Anfeuern mit diesen Materialien, zu verhüten, muß jede landwirthschaftliche Locomobile mit einem wirksamen Funkenfänger versehen sein, d. h. einer Vorrichtung zum Zurückhalten der durch den Luftzug in den Schornstein gelangenden brennenden Theile. Der einfachste Funkenfänger besteht aus einer Drathhaube, welche auf der oberen Schornsteinöffnung aufgesetzt wird. Drathstärke mindestens 3 Millimeter, um ein Durchrosten zu verhüten. Der Querschnitt der Maschenöffnungen muß gleich der freien Oeffnung des Schorn-

steines sein, so daß durch den Funkenfänger der Zug nicht gehemmt wird. Für Locomobilen, welche im Freien und zwar in der Nähe leicht entzündbarer Objecte arbeiten, empfiehlt sich die Umhüllung dieser Drathhaube mit einer zweiten, welche die erstere jedoch nur halb umfaßt und stets gegen den Wind gedreht wird.

Zuweilen wendet man auch zum Zurückhalten brennender Theile ein Drathsieb an, welches innerhalb der Rauchbuchse eingesetzt wird. Ein Uebelstand dieser Anordnung ist, daß sich die Maschen schnell durch Ruß verstopfen und somit eine häufige Reinigung nothwendig wird. Uebrigens ist auch bei den Drathhauben über dem Schornsteine, namentlich bei stark rußenden Kohlen, ein wiederholtes Abbürsten des Funkenfängers nicht zu umgehen.

Recht gut soll sich der Fig. 47 dargestellte Graham'sche Funkenfänger, welcher in neuester Zeit bei den Garrett'schen Locomobilen angewendet wird, bewährt haben. Die Anordnung ist leicht verständlich: die festen Theile werden durch die über dem Schornsteinrohre befindlichen conischen Einsätze derartig geleitet, daß sie sich in dem, den Schornstein umgebenden Mantel ansammeln, während die heißen Gase unbehindert abgeführt werden. An der Seite des Mantels sind Thüren angebracht, um die zurückgehaltenen Theile entleeren zu können[1]).

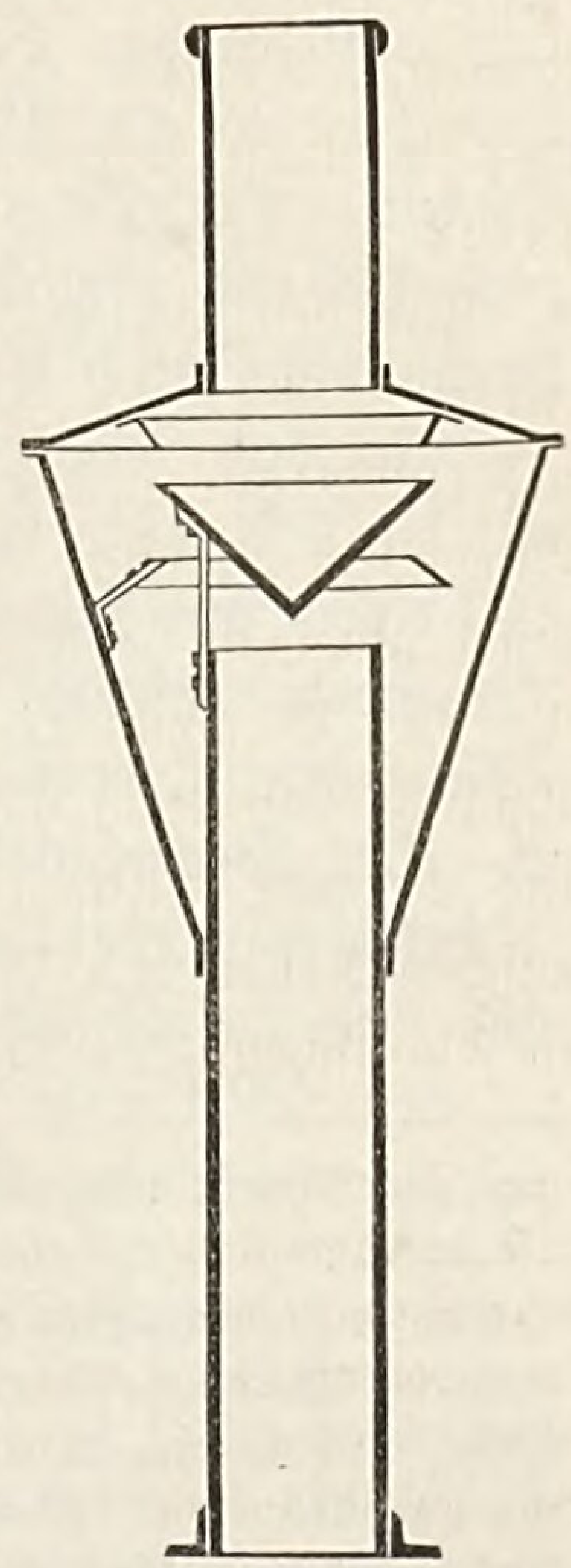


Fig. 47. Funkenfänger nach Graham.

Jeder Kessel sollte derartig eingerichtet sein, daß man zum Zwecke der Montirung und der Reinigung sowie kleiner Reparaturen in das Innere desselben gelangen kann. Hierzu dient das Mannloch, d. h. eine elliptische Oeffnung von etwa 0.25×0.36 Meter Lichtweite, welche mittelst eines schmiedeeisernen Deckels verschlossen wird. Der Deckel lehnt sich, mit einem Dichtungsmaterial bekleidet, gegen die innere Kesselfläche und wird durch zwei Schrauben und von außen aufgesetzte Bügel verschlossen. Rings um den Rand des Mannloches wird ein Verstärkungskranz aufgenietet. In der

1) In neuerer Zeit sind wiederholt Funkenlöscher, speciell für Locomobilen, in Aufnahme gekommen, bei welchen das Auslöschen der Funken durch eingeleiteten Dampf erfolgt, zu welchem Zwecke entweder der abgehende Dampf oder auch beim Stillstande der Maschine frischer Dampf in entsprechender Weise in die Esse geleitet wird. Die bezüglichen Apparate, namentlich ein in neuester Zeit von R. Wolf in Buckau erfun-

Regel ist das Mannloch auf der Feuerbuchse angebracht und zwar, da der Dampfcylinder sich zumeist einseitig auf derselben befindet, auf der entgegengesetzten Seite.

Um beim Reinigen des Kessels den gelösten Schlamm entfernen zu können, sind an der tiefsten Stelle der Feuerbuchse und ebenfalls an der Schlußplatte des cylindrischen Kessels in der Rauchbuchse Reinigungslöcher angebracht, welche ebenso wie das Mannloch, jedoch nur mit einem Bügel, verschlossen werden. Dieselben sind gleichfalls elliptisch, um die Deckel einsetzen zu können; ihre Abmessungen betragen etwa 0.05×0.08 Meter. Runde Löcher, welche auch zuweilen angewendet werden, erhalten ihren Verschluß durch Schrauben von etwa 0.05 Meter Stärke. Dieselben dichten sich leichter als elliptische Oeffnungen mit Schlußdeckeln, besitzen jedoch den Uebelstand, daß das Gewinde leicht beschädigt wird und alsdann das Einschrauben Schwierigkeiten verursacht. Am tiefsten Punkte des Kessels wird ein Ablaßhahn angebracht, um den Kessel entleeren zu können. Derselbe erhält eine Rohrweite von etwa 25 Millimeter und muß derartig angeordnet sein, daß das Wasser frei abfließen kann und hieran nicht durch die Räder oder andere Theile behindert wird.

Um den Locomobilkessel gegen Abkühlung zu schützen, muß derselbe mit einer Verschalung versehen werden. Dieselbe besteht in der Regel aus einem gut zusammengefügten, mit innerem und äußerem vor Rost schützendem Anstriche versehenen Blechmantel, welcher den cylindrischen Kessel umgiebt, vortheilhaft aber auch auf die Feuerbuchse auszudehnen ist. Der Blechmantel befindet sich, durch Holzkränze unterstützt, in einem Abstande von etwa 0.02 Meter von dem Kessel, so daß zwischen beiden eine ruhende Luftschicht gebildet wird. Holz- oder Filzbekleidungen zwischen Kessel und Mantel sind überflüssig. Nur an denjenigen Stellen, wo Flantschen oder Platten auf dem Kessel angebracht sind, werden Holz-

---

dener, functioniren ganz vortrefflich, sobald der Kessel unter Dampf ist. Trotzdem halte ich sämmtliche Funkenlöscher, bei welchen das Auslöschen der glühenden Kohlentheile durch in den Schornstein in irgend einer Weise eingeleiteten Dampf erfolgen soll, für unvollkommen. Wenn man bei einigermaßen starkem Winde eine Locomobile im Freien arbeiten läßt, so entsteht die Gefahr des Herausschleuderns glühender Kohlentheile bez. brennender Holz- und Strohtheile bereits unmittelbar während des Anfeuerns, also zu einer Zeit, wo noch kein Dampf zum Löschen dieser Theile im Kessel vorhanden ist. Durch den in Folge starken Windes in der Feuerung erzeugten heftigen Luftzug kann gerade beim Anfeuern, wo überdies der Luftzug in Folge der vorher gereinigten Rostspalten stets ein starker ist, am leichtesten ein Herausschleudern brennender Theile entstehen, besonders da man das Feuer mit leicht entzündbarem Material, wie Stroh und Holz, anzündet. In diesem Falle functionirt also der sonst vielleicht recht sinnreich erdachte Apparat nicht. Aus diesem Grunde nehme ich davon Abstand, die auf dem erwähnten Principe beruhenden Funkenlöscher detaillirt zu besprechen.

stücke umgelegt, so daß der Blechmantel sich nicht eindrücken kann. Zusammengehalten wird derselbe durch mehrere Ziehbänder, aus Bandeisen gefertigt und unten mittelst Schrauben zusammengezogen. Blechstärke des Mantels mindestens 1 Millimeter; schwächere Nummern erhalten zu leicht Beulen [1].

3. Die Armaturen der Locomobilkessel.

Die Armaturen der Locomobilkessel stimmen in ihrer Anordnung fast durchweg überein mit denjenigen der stationären Kessel und gehören zu denselben:

Die Apparate zur Erkennung des Wasserstandes,
Die Apparate zur Erkennung der Dampfspannung,
Die Speisevorrichtungen und Vorwärmer,
Die Sicherheitsventile [2].

Die Apparate zur Erkennung des Wasserstandes, deren nach den Kesselvorschriften der meisten Länder zwei unabhängig von einander wirkende vorhanden sein müssen, sind gewöhnlich Wasserstandzeiger mit Glasröhren und Probirhähne. Bei Locomobilen können wegen des beschränkten Wasser- und Dampfraumes nur kurze Wasserstandsgläser von 0.15 bis 0.20 Meter Länge und diese oft nur in schräger Stellung angebracht werden. Das Glasrohr wird, um ein Zerschlagen desselben zu erschweren, mit einer Messinghülse umgeben, welche vorn und hinten der Länge nach aufgeschlitzt ist, um den Wasserstand deutlich erkennen zu können; auch dient dieselbe zum Schutze des Glasrohres gegen plötzliche Abkühlung durch Luftzug, welcher zuweilen ein Zerspringen des

---

1) In Amerika wurden noch vor Kurzem sämmtliche Locomobilkessel unverschalt geliefert. Ein Versuch über den Werth der Verschalung ergab folgendes Resultat: Der Kessel wurde zunächst unverschalt auf 10 Atmosphären geheizt: nach Schluß der Heizung fiel die Spannung innerhalb 3 Stunden auf 2 Atmosphären. Nach der Verschalung des Kessels sammt der Feuerbuchse mit Asbestcement und Filz, je 19 Millimeter stark, und einem Blechmantel hielt sich die Spannung mehr als doppelt so lange; der Wärmeverlust betrug im Mittel nur 42.6 Procent jenes des nackten Kessels. Der Versuchsansteller, Mr. Hoadley, rechnet für den geschützten Kessel und täglich zehnstündiger Betriebszeit eine Brennstoffersparniß von 7 Procent und ein baldiges Einbringen der geringen Auslagen für das Schutzmaterial. Vergl. Radinger: Dampfkessel und deren Ausrüstung in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, Heft X des Berichtes über die Weltausstellung in Philadelphia, Seite 250; Wien 1877.

2) Es können in dem Nachfolgenden nur diejenigen Gesichtspunkte aufgeführt werden, welche speciell bei den Locomobilarmaturen beachtenswerth sind; in Betreff der detaillirten Anordnung muß auf die wiederholt angeführten Schriften der allgemeinen Maschinenlehre und die Specialwerke über Dampfmaschinen verwiesen werden.

Rohres zur Folge hat. Auf der Hülse befindet sich auch eine Marke für den zulässig niedrigsten Wasserstand (0.10 Meter über der Deckplatte der Feuerkiste). Das Wasserstandsglas communicirt oben und unten mittelst zweier durch Hähne verschließbarer Röhren mit dem Kessel, also oben mit dem Dampfraume und unten mit dem Wasserraume; der betreffende, aus Rothguß gefertigte Hahnkörper nimmt gleichzeitig die Stopfbuchse zur Dichtung des Glases auf. Ein eingepaßter Gummiring bewirkt beim leichten Anziehen der Stopfbuchsenschraube den dichten Abschluß zwischen dem Hahnkörper und dem Glasrohre. Am unteren Hahnkörper befindet sich in der Achse des Glases noch ein dritter Hahn zum Ablassen von verschlammtem Wasser. Derselbe ermöglicht auch, die Hähne des Wasserstandszeigers direct als Probirhähne zu benutzen.

Die Befestigung des Wasserstandszeigers an der Stirnplatte der Feuerbuchse erfolgt entweder durch Flantschen und Schraubenverbindung oder dadurch, daß die beiden Hahnkörper mit Schraubengewinde versehen und mittelst Muttern im Innern des Kessels festgeschraubt werden, wobei zum Zwecke der Dichtung eine Hanfflechte mit Mennigkitt zwischen der Kesselwandung und der Mutter einzulegen ist. Letztere Befestigungsart ist vortheilhafter als die Flantschenverschraubung, da der Kessel hierbei nur zweimal, bei letzterer achtmal durchbohrt werden muß.

Als zweite Vorrichtung zur Erkennung des Wasserstandes werden bei Locomobilkesseln fast allgemein Probirhähne angewendet, d. h. zwei zuweilen auch drei in verschiedener Höhe befindliche Hähne, von denen der unterste in der Ebene des festgesetzten niedrigsten Wasserstandes angebracht ist. Der obere Hahn soll bei normalem Wasserstande mit dem Dampfraume des Kessels communiciren. Beim Oeffnen der Hähne strömt entweder Dampf oder Wasser aus; für den Ungeübten ist der Unterschied beider in sofern nicht leicht zu erkennen, als das Wasser sich beim Ausströmen schnell in Dampf verwandelt. Nur der innerste Kern des Strahles bleibt tropfbar flüssig, so daß, falls der Probirhahn mit dem Wasserraume des Kessels communicirt, in dem Strahle ein dunkler, bläulicher Kern erscheint. Auch ersieht man bald aus der Menge des sich am Boden ansammelnden Wassers, ob der Hahn Dampf oder Wasser abbläst.

Die Griffe der Probirhähne und der Hähne des Wasserstandszeigers werden vortheilhaft aus Holz gefertigt, da Metallgriffe, welche man zumeist anwendet, bei der hohen Dampfspannung im Kessel derartig heiß werden, daß ihre Handhabung erschwert wird[1]).

---

1) Zuweilen wendet man anstatt der Probirhähne auch Probirventile an, die sich entweder durch den Dampfdruck selbstthätig schließen oder, wenn sie sich nach Außen

Bei sehr unzuverlässiger Bedienung der Locomobile ist es rathsam, in der Deckplatte der Feuerbuchse einen Bleiniet einzuziehen, welcher zum Schmelzen kommt, sobald der Wasserstand bis unter die Deckplatte sinkt. In diesem Falle strömt der Dampf in den Feuerungsraum und löscht das Feuer sofort aus.

Die Apparate zur Erkennung der Dampfspannung heißen Manometer. Für Locomobilen eignen sich ausschließlich die Federmanometer, da die für stationäre Kessel vielfach benutzten Quecksilbermanometer die Transportabilität der Locomobile wesentlich erschweren, übrigens auch bei den angewendeten hohen Dampfspannungen eine zu beträchtliche Höhe erhalten müßten. In neuerer Zeit werden die Federmanometer in den bessern Fabriken derartig zuverlässig angefertigt, daß ihre Genauigkeit den in der Praxis zu stellenden Anforderungen vollständig entspricht. Vornämlich sind zwei Systeme von Federmanometern in Anwendung, und zwar zunächst solche, bei welchen der Dampfdruck auf eine elastische Platte a (Fig. 48) wirkt, welche hierdurch ein Formveränderung erleidet, die mittelst einer geeigneten Transmission auf einen drehbaren Zeiger übertragen wird. An einer empirisch (in der Regel nach einem Quecksilbermanometer) getheilten Skala zeigt derselbe den der Formänderung entsprechenden Druck an. Die Platte ist mit ihrem Rande in einem Flantsch eingeklemmt und besitzt eine gewellte Oberfläche, derartig, daß die einzelnen Wellen concentrische Kreise bilden. Sobald der Druck nachläßt, kehrt die Platte in ihre ursprüngliche Form zurück. (System Schäffer & Budenberg.) Bei der zweiten Gattung von Federmano-

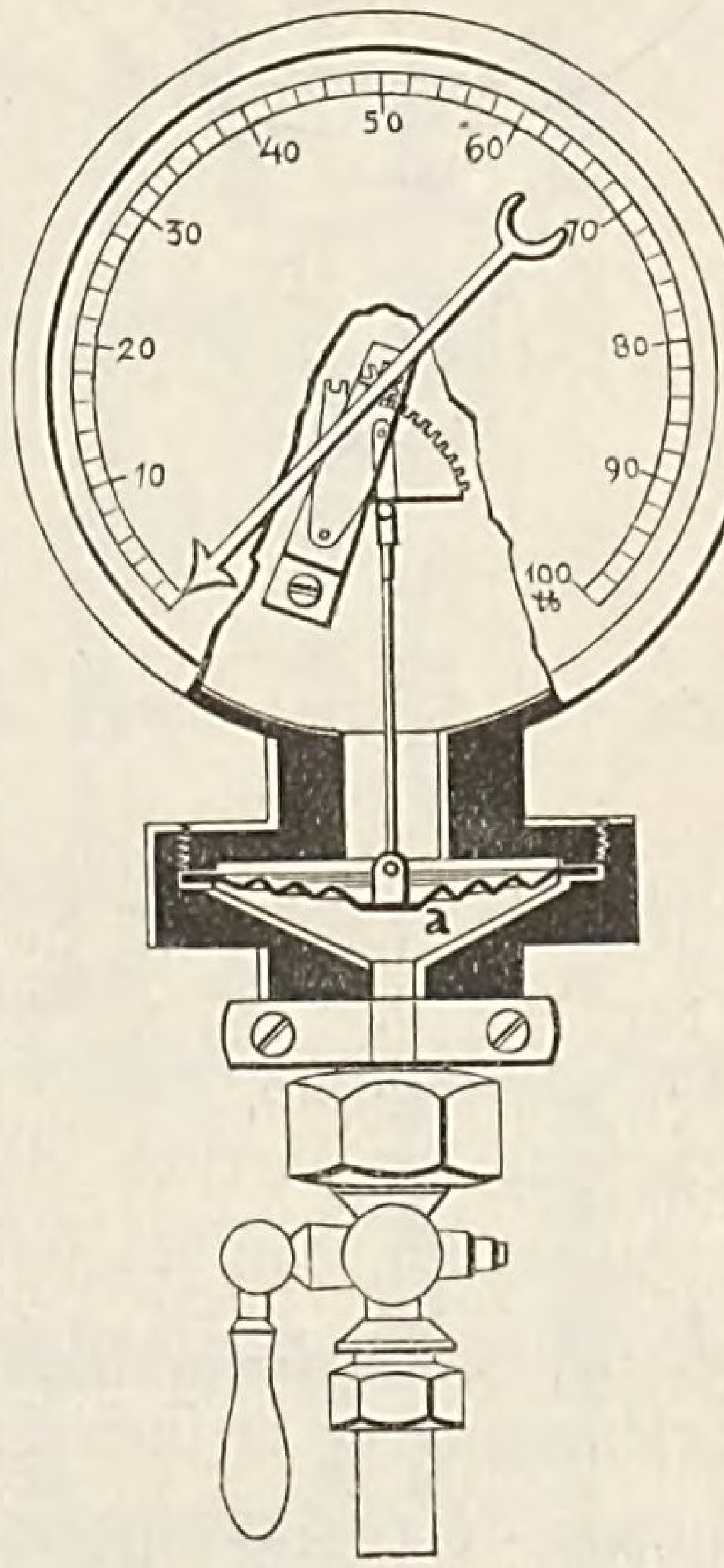


Fig. 48. Federmanometer nach Schäffer & Budenberg.

öffnen, aus einer beschwerten Klappe bestehen, welche auf dem schräg geschnittenen Rohrkörper dicht aufliegt. In neuerer Zeit fertigt man diese Apparate derartig zuverlässig, daß mein in der älteren Auflage dieses Werkes ausgesprochenes Bedenken gegen dieselben, welches sich übrigens auf eigene Erfahrung gründete, nicht mehr stichhaltig ist.

Die bekannten Schwimmer zur Erkennung des Wasserstandes sowie die Alarmschwimmer, welche beim Sinken des Wasserstandes unter ein bestimmtes Maß eine Dampfpfeife in Function setzen, passen für Locomobilen nicht und können somit hier übergangen werden.

metern (Fig. 49) besteht die Feder aus einem Rohre von elliptischem Querschnitte, welches an dem Ende a befestigt ist. Der in dieses Rohr einströmende Dampf sucht den ovalen Querschnitt in einen kreisförmigen umzuwandeln, was nur durch Vergrößerung des Krümmungsradius geschehen kann. Es wird demnach das Ende b der Feder bei eintretendem Dampfdrucke nach außen bewegt und diese Bewegung entweder direct oder wie Fig. 49 zeigt, mittelst einer Transmission, welche den Zeigerweg vergrößert, auf den Zeiger übertragen (System Bourdon). Beide Systeme haben sich, sobald sie angemessen ausgeführt sind, gut bewährt; ein entschiedener Vortheil dem anderen gegenüber kann keinem derselben zugesprochen werden.

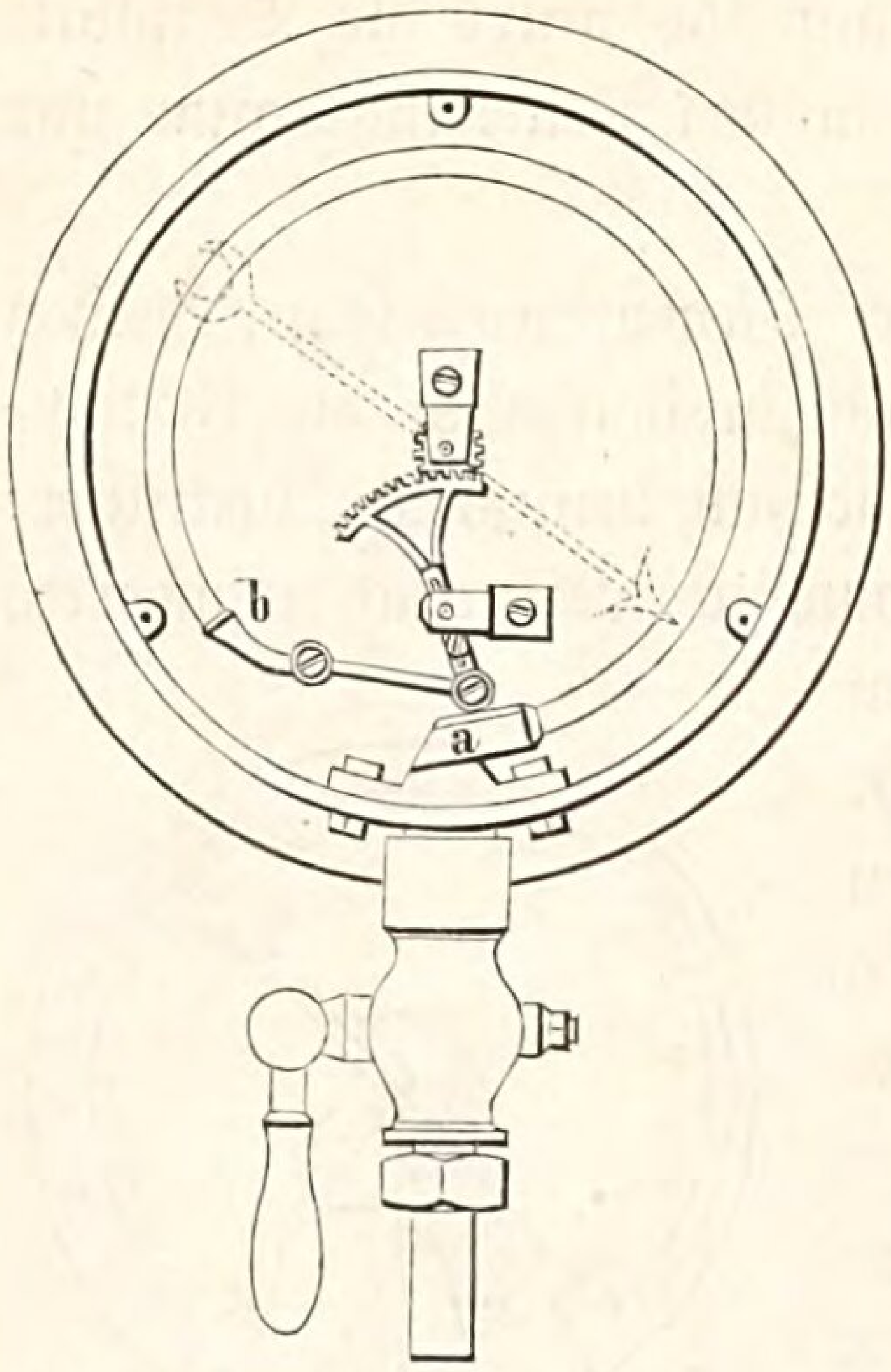


Fig. 49. Federmanometer nach Bourdon.

Die Speisevorrichtungen haben die Aufgabe, das Wasser, welches als Dampf von der Maschine verbraucht wird oder in anderer Weise, z. B. in Dampfform durch die Sicherheitsventile abgeht, zu ersetzen. Wenn man berücksichtigt, daß die Erhaltung des Wasserstandes in angemessener Höhe eine der obersten Bedingungen für die Sicherheit des Betriebes ist, so leuchtet ein, daß der sorgfältigsten Ausführung der Speisevorrichtungen nicht genug Aufmerksamkeit geschenkt werden kann. Nach den behördlichen Vorschriften der meisten Länder muß jeder Dampfkessel mit zwei zuverlässigen Vorrichtungen zur Speisung versehen sein, welche nicht von derselben Betriebsvorrichtung abhängig sind und von denen jede für sich im Stande ist, dem Kessel die zur Speisung erforderliche Wassermenge zuzuführen.

Die gewöhnlich bei der Locomobile angewendete Speisepumpe ist eine einfach wirkende Saug- und Druckpumpe, welche durch die Dampfmaschine in Betrieb gesetzt wird. Die Anordnung des bezüglichen Betriebsmechanismus soll weiter unten bei Besprechung der Locomobildampfmaschine unter Bezugnahme auf die Tafel IV dargestellten Maschinen erörtert werden. Die Pumpe muß leicht zugänglich sein; namentlich ist es erforderlich, daß man ohne Lösung vieler Schrauben zu den Ventilen gelangen kann, da sich diese leicht, besonders bei den im Freien arbeitenden Maschinen, durch Schlamm, Strohtheile u. s. w. versetzen. Unter dem Ventilkörper wird ein, gewöhnlich aus starkem Gummi mit Hanfeinlage oder noch besser

mit eingelegter Drathspirale gefertigter Schlauch angebracht, welcher an seinem Ende mit einem Saugkorbe, am besten aus einer dicht durchlöcherten Kupferkugel bestehend, versehen ist. Dieser Saugkorb verhindert, daß Verunreinigungen in den Pumpenkörper gelangen[1]).

Das Muster einer guten Locomobilpumpe, von Ransomes, Sims & Head in Ipswich, zeigt Fig. 50 im Vertical- und Horizontalschnitte. a ist der Kolben, an dessen Boden das Gelenk zum Angriffe der durch das Pumpenexcenter (auf der Schwungradwelle) betriebenen Pumpenstange angebracht ist, b das Saugventil, unter demselben der Saugschlauch c. Beim Aufgange des Kolbens hebt sich das Saugventil und gelangt das gehobene Wasser in den Pumpenkörper; beim Niedergange schließt sich dasselbe, während das Druckventil d geöffnet wird. Das Wasser gelangt durch das Speiseventil e in das Rohr f, welches direct in den Kessel, und zwar stets unter dem niedrigsten Wasserstande einmündet. Das Speiseventil wird bei Abstellung der Pumpe durch den Druck des Kesselwassers geschlossen, so daß man nach Außerbetriebsetzung derselben

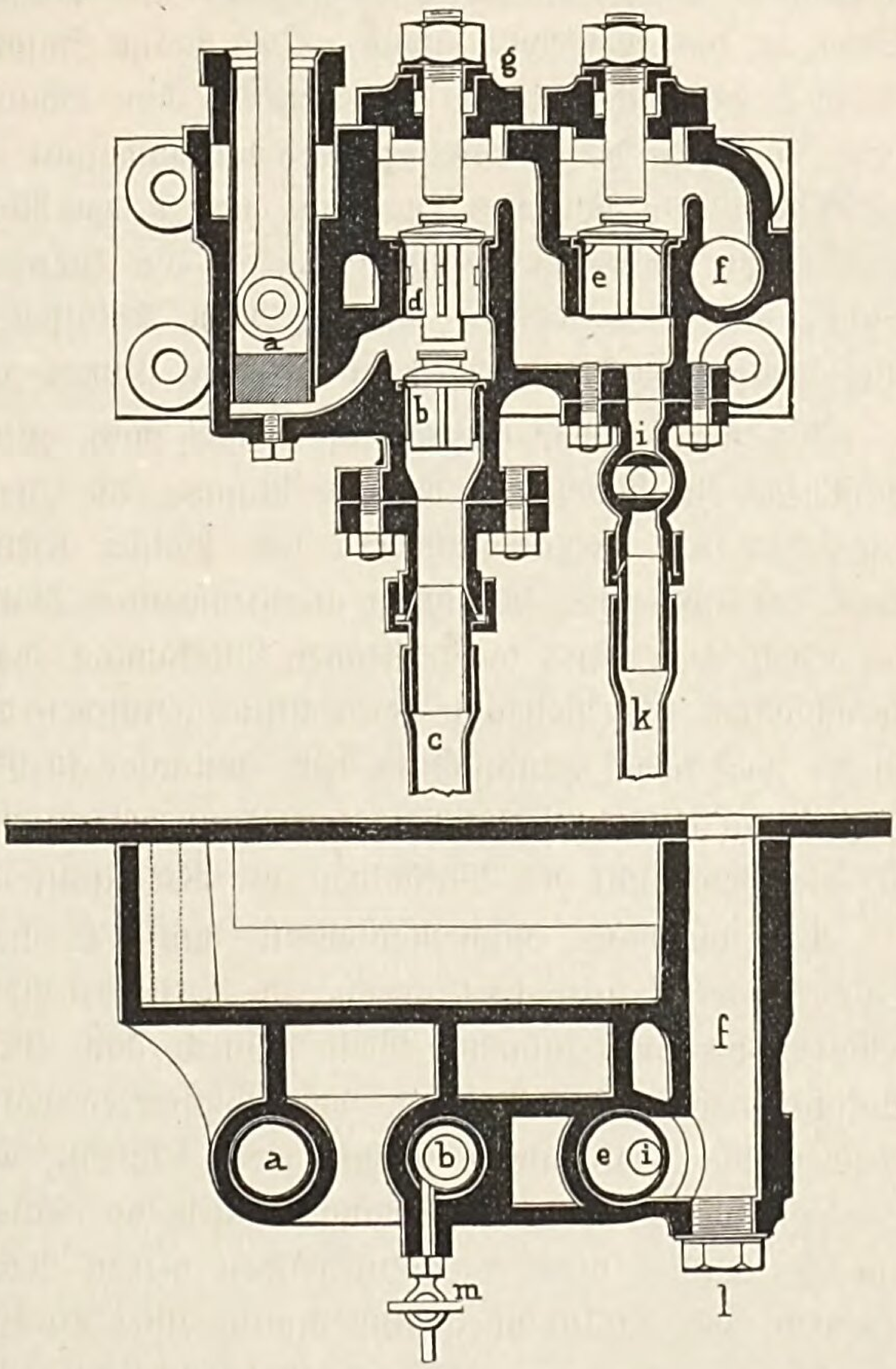


Fig. 50. Locomobilpumpe von Ransomes, Sims & Head.

1) Uebrigens ist es, selbst bei Anwendung des Saugkorbes, durchaus rathsam, das Wasserreservoir mit einem Tuche oder einem Deckel gegen das Hineinwehen von Strohtheilen zu sichern und in demselben nur eine Oeffnung für das Gummirohr zu lassen, da feinere Theile durch den Saugkorb nicht vollständig zurückgehalten werden können.

die Ventilkammer öffnen kann. Der Deckel g derselben wird durch eine Schraube, deren Kopf sich gegen zwei Knaggen im Innern des Ventilkörpers anlegt, geschlossen; nach Lösung der Mutter kann der Deckel abgenommen werden. Der untere Theil der Schraube dient gleichzeitig dazu, den Hub des Druckventiles zu begrenzen. Die Pumpe soll stetig in Gang gehalten werden; ist eine Speisung des Kessels nothwendig, so wird der Hahn i geschlossen; beim Oeffnen desselben fließt das Wasser durch die Leitung k wieder in das Reservoir zurück. Das stetige Inganghalten gewährt den Vortheil, daß sich zwischen den Ventilen kein Schlamm ansetzen kann, da dieser in Folge der Strömung stets hinausgespült wird. Durch Oeffnen des Schraubenverschlusses l gelangt man zu dem Rohre f, um dasselbe erforderlichen Falles zu reinigen; m ist ein kleiner Hahn zwischen dem Saug- und Druckventile, welcher beim Anlassen der Pumpe mehrere Mal geöffnet wird, um die Luft aus der Pumpe auszupressen.

Als zweite Speisevorrichtung wendet man entweder eine durch einen Handhebel in Betrieb zu setzende Pumpe, die Handpumpe oder einen Injector an. Letzterer fördert das Wasser vermittelst der lebendigen Kraft des aus einer Mündung ausströmenden Wasserdampfes. Derselbe hat jedoch trotz seiner vortrefflichen Wirksamkeit bei landwirthschaftlichen Locomobilen nicht diejenige Verbreitung gefunden, die anfänglich erwartet wurde, was wohl hauptsächlich dem Umstande zuzuschreiben ist, daß seine Einstellung geübteren Händen anvertraut werden muß, als sie gemeinhin für die Bedienung der Maschinen zur Verfügung stehen [1]).

Als durchaus empfehlenswerth muß es bezeichnet werden, das Speisewasser vorzuwärmen, ehe es in den Kessel gelangt. Entweder geschieht dies in einfachster Weise dadurch, daß ein Theil des abgehenden Maschinendampfes direct in das Wasserreservoir geleitet wird, aus welchem die Speisepumpe schöpft, oder dadurch, daß das Druckrohr der Speisepumpe in mehreren Gängen durch die Rauchbuchse geführt wird, um das Wasser durch die abziehenden heißen Verbrennungsgase vorzuwärmen, oder endlich durch Anbringung eines Vorwärmers, in welchem das Speisewasser, ehe es in den Kessel eintritt, in mittelbarem Contact mit dem abziehenden Dampfe gebracht wird. Die erste Methode ist ihrer Einfachheit wegen recht empfehlenswerth, namentlich wenn die Maschine im Freien bei niedriger Temperatur arbeiten muß und ein Einfrieren

1) Aus diesem Grunde nehme ich auch von einer Beschreibung seiner Construction hier Abstand; man findet Näheres über denselben u. a. in meiner Schrift: Die Anwendung der Dampfkraft in der Landwirthschaft, Seite 25; Halle 1872 und in den neueren Schriften der allgemeinen Maschinenlehre.

des Wassers in dem Saugrohre und der Pumpe zu verhüten ist; es wird bei derselben jedoch nur eine unvollkommene Wärmeabgabe erwirkt. Die zweite Methode ist meines Erachtens nicht empfehlenswerth, da die Zugänglichkeit zu dem in der Rauchbuchse befindlichen Vorwärmer erschwert ist. Am vortheilhaftesten ist die Anbringung eines Vorwärmers, der das Wasser nahezu oder vollständig bis zum Siedepunkte erhitzt, z. B. nach der in Fig. 51 dargestellten Anordnung der Reading Iron Works

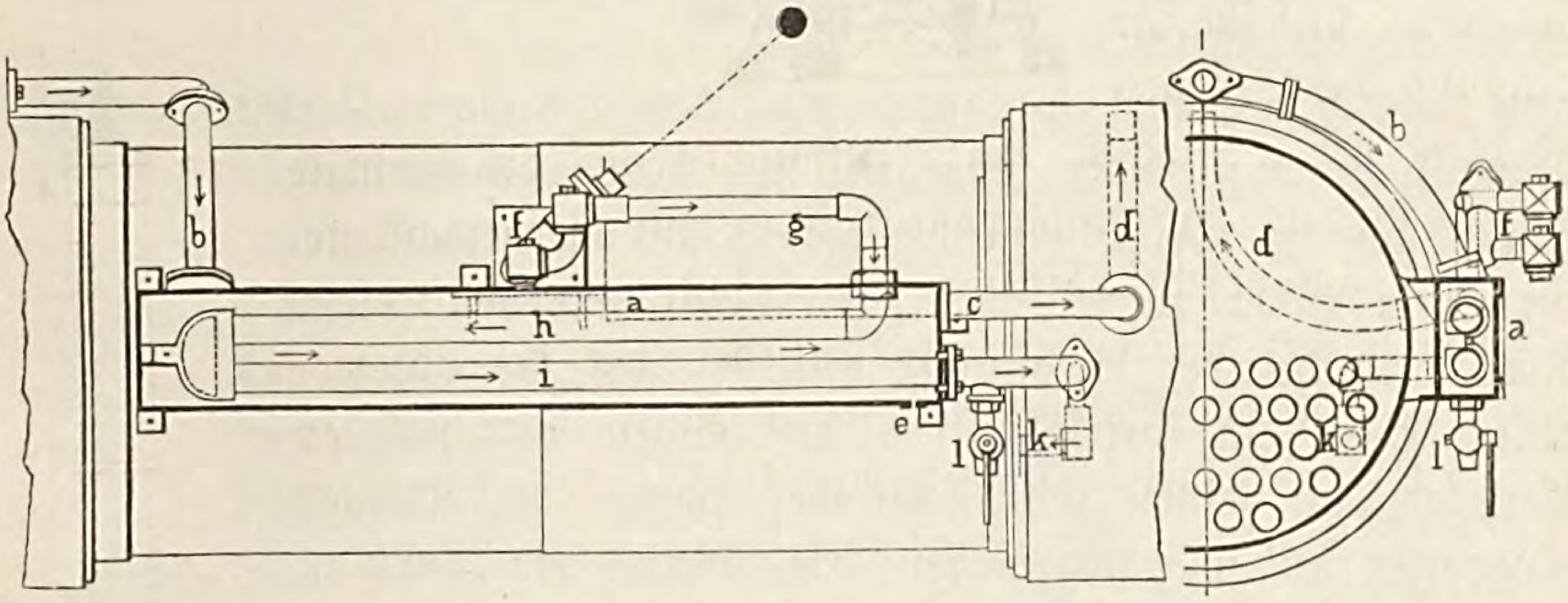


Fig. 51. Vorwärmer der Locomobile der Reading Iron Works.

zu Reading. a ist ein gußeiserner Kasten von rechteckigem Querschnitte, dessen vordere Platte mittelst Schrauben befestigt ist. Durch b tritt der abgehende Maschinendampf in den Kasten und verläßt denselben durch c und Blasrohr d. Bei e wird ein kleiner Hahn zum Ablassen des Condensationswassers angesetzt. Von der Speisepumpe f gelangt das kalte Wasser mittelst des Rohres g in den Vorwärmer, passirt denselben durch zwei Röhren h und i in beiden Richtungen und tritt bei k von der Rauchbuchse aus in den Kessel. Ist eine Speisung nicht erforderlich, so wird das Wasser mittelst des Hahnes l und eines Schlauches wieder in das Reservoir zurückgeleitet. Anstatt die Röhren in der Art wie in Fig. 51 zu leiten, wendet man auch zuweilen eine größere Röhrenzahl an, durch welche das Wasser mittelst eines gemeinschaftlichen Endkörpers eintritt; auch benutzt man ein einziges, in der Mitte mit einem Dorne versehenes Rohr zur Leitung des Wassers durch die Dampfkammer, wobei dasselbe gezwungen ist, sich stets dicht an der Rohrwandung zu bewegen [1]).

Das Sicherheitsventil dient zum selbstthätigen Ablassen des im Kessel über der normalen Dampfspannung vorhandenen Dampfes. Das-

---

1) Die Zeichnung eines derartigen Vorwärmers von Wallis & Stephens giebt die Zeitschrift Engineering am 11. December 1874 Seite 455.

selbe besteht (Fig. 52) aus einem Ventile, welches durch ein Gewicht oder eine Feder, die direct auf dem Ventile lastet oder an einem Hebel wirkt, entsprechend dem normalen Dampfdrucke beschwert wird. Sobald die Dampfspannung größer wird als die normale, überwindet dieselbe die Belastung des Ventiles und kann der Dampf so lange entweichen, bis die normale Dampfspannung wieder hergestellt ist. Für Locomobilkessel eignet sich am vortheilhaftesten die Belastung mittelst einer an einem Hebel angreifenden Spiralfeder (wie bei Locomotiven), da bei der Belastung mittelst eines Gewichtes an einem Hebel ein fortwährendes Aufschlagen des belasteten Ventiles auf seinen Sitz stattfindet, wenn die Maschine, namentlich auf schlechten Wegen, transportirt wird. Es entsteht hierdurch leicht eine Undichtigkeit des Ventiles, um so mehr, als die Sitzfläche stets nur sehr schmal, und zwar 1.5 bis 2 Millimeter, gewählt werden darf, um einen möglichst dichten Schluß zu erlangen. Die Zeichnung Fig. 52 bedarf keiner weiteren Erläuterung.

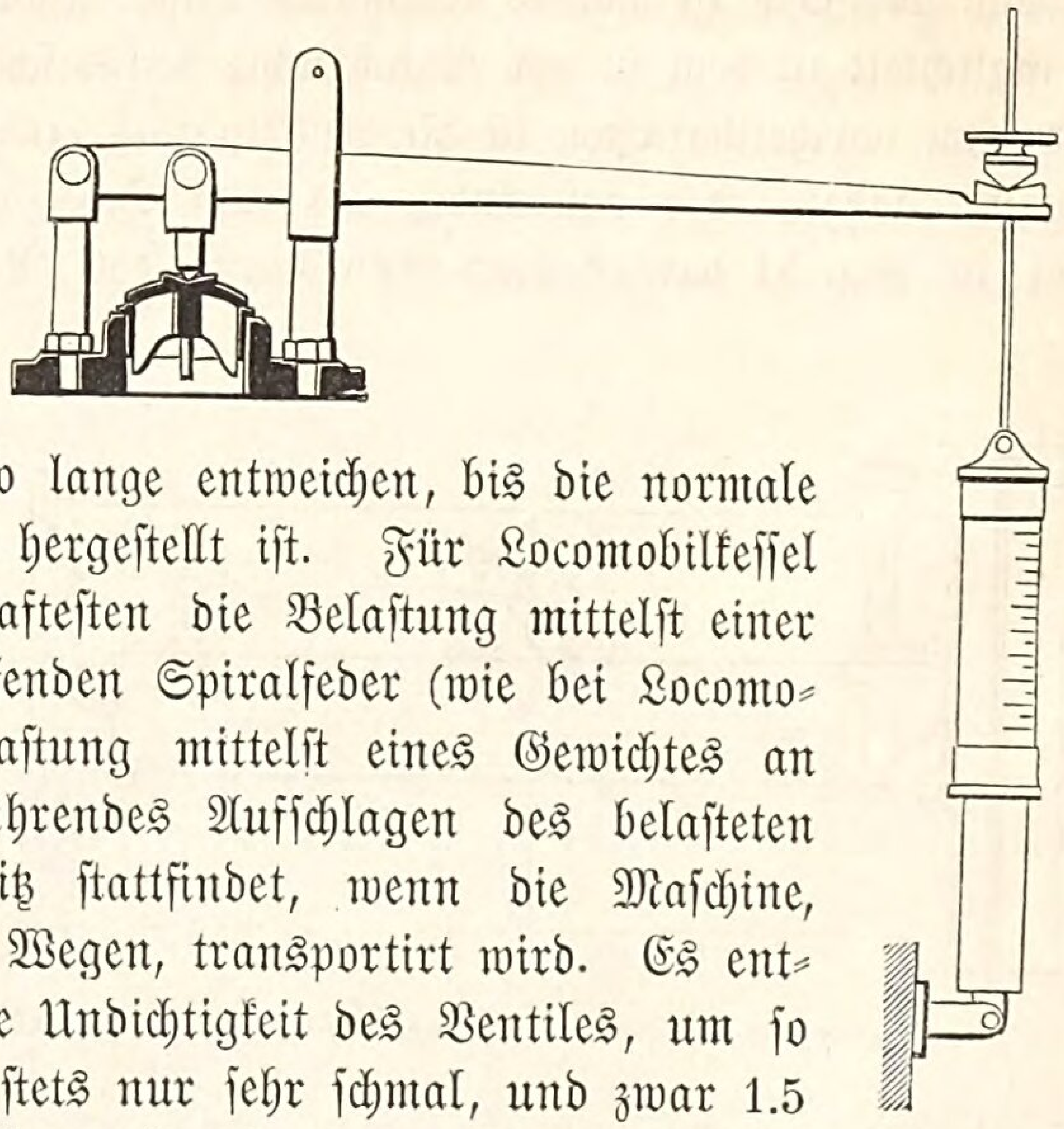


Fig. 52. Sicherheitsventil.

Selbstverständlich darf das Ventil nicht stärker belastet werden, als der zulässigen höchsten Dampfspannung entspricht, weil andernfalls die ernstesten Gefahren vor Explosionen eintreten [1]).

Bei beschränktem Dampfraume, wie er in Locomobilkesseln stets vorhanden ist, falls diese nicht mit einem Dome versehen sind, muß unter dem Sicherheitsventile eine Vorrichtung angebracht sein, um beim Oeffnen desselben ein Ausspritzen des Kesselwassers zu verhüten. Ich habe zu diesem Zwecke stets unter der Ventilöffnung, etwa in einem Abstande

1) Die Belastung des Ventils wird in folgender Weise bestimmt: bezeichnet d den lichten Durchmesser desselben und p den Dampfdruck, so beträgt der Druck, mit welchem das Ventil gehoben wird

$$P = \frac{\pi\, d^2}{4}\, p.$$

Wird das Ventil direct belastet, so müßte das Belastungsgewicht gleich P abzüglich dem geringen Eigengewichte des Ventiles sein. Greift dagegen die Belastung an dem Hebel l an und beträgt der Hebelsarm der Kraft P l_1 sowie das statische Moment des unbelasteten Ventiles Q l_2, so erhält das Belastungsgewicht eine Schwere

$$G = \frac{Pl_1 - Ql_2}{l} = \frac{1}{l}\left(0.78\ p\ d^2\ l_1 - Ql_2\right).$$

von 0.02 bis 0.03 Meter von derselben, eine Blechplatte angebracht, welche die Aufgabe hatte, das etwa in Folge der Ausströmung des Dampfes aufsteigende Kesselwasser abzufangen. Hierdurch wurde das sonst, namentlich bei hoher Dampfspannung häufig vorkommende Auswerfen von Kesselwasser durch das Ventil gänzlich beseitigt.

Sämmtliche Armaturtheile des Locomobilkessels müssen derartig angebracht sein, daß sie dem Führer von seinem Standplatze, der Stirnseite der Feuerbuchse aus, bequem zur Hand sind. Aus diesem Grunde empfiehlt es sich, die Armaturtheile (mit Ausnahme der Pumpe) an der Feuerungsseite zu befestigen und hier auch gleichzeitig den Hebel zur Ingangsetzung der Dampfmaschine anzubringen. Das in Fig. 53 dargestellte

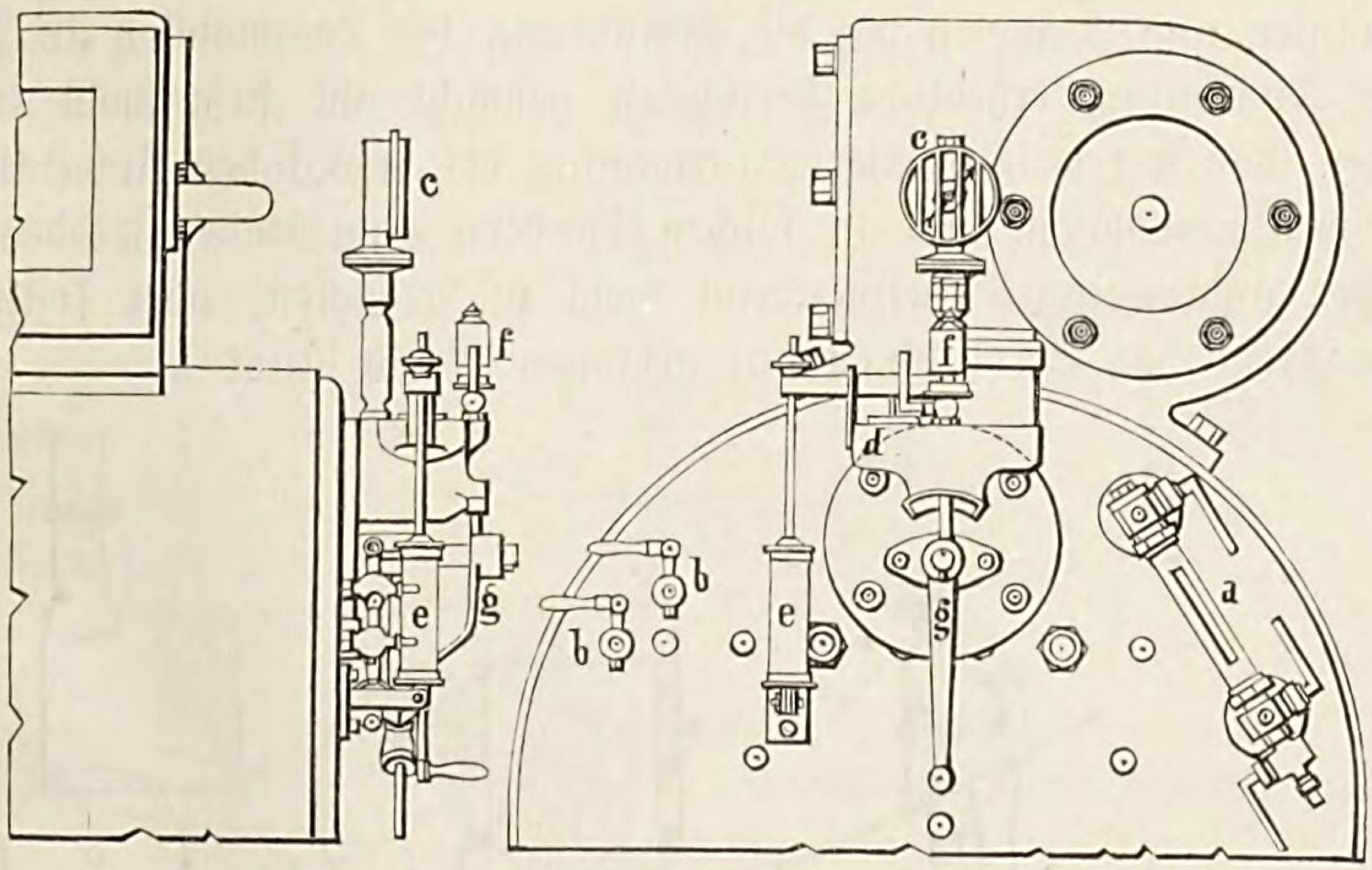


Fig. 53. Gesammtanordnung der Locomobilarmaturen.

Arrangement kann als ein practisches Muster der Armaturbefestigung bezeichnet werden. Man erkennt leicht in der Zeichnung bei a das Wasserstandsglas, bb die Probirhähne, c das Manometer, d das Sicherheitsventil mit der Federwage e; f ist die Dampfpfeife und g der Hebel zum Oeffnen und Schließen der Absperrvorrichtung.

Die angemessene Größe der Ventil-Durchlaßöffnung kann nach folgender Tabelle bestimmt werden:

Dampfspannung in Atmosphären Ueberdruck bis	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
Verhältniß der Heizfläche zur Durchlaßöffnung des Ventiles	6480	7400	8300	9425	10,370	11,200	12,200

4. Die Strohheizlocomobilen.

In denjenigen Ländern, in welchen das gewöhnlich zur Feuerung von Dampfkesseln verwendete Heizmaterial, wie Kohlen, Holz und Torf, entweder gar nicht oder nur mit außerordentlichen Kosten zu beschaffen ist, hat die Verwendung von Stroh oder einiger anderer vegetabilischer Stoffe, namentlich Baumwoll- und Maisstengel, Schilfgras u. s. w. zum Heizen der Locomobilen zweifellos einen hohen Werth. Es kann demnach als ein wesentlicher Fortschritt in der Ausbildung der landwirthschaftlichen Locomobilen anerkannt werden, daß es in neuerer Zeit vollständig gelungen ist, dieselben zur Feuerung mit den genannten Materialien, vornämlich mit Stroh, einzurichten und recht günstige Resultate mit denselben zu erzielen. In einzelnen Districten Ungarns, im südlichen Rußland, in Rumänien und Aegypten hat die Einführung der Locomobilen in Folge dieser Anordnung erhebliche Fortschritte gemacht und steht wohl zu erwarten, daß mit weiterer Vervollkommnung der bezüglichen Apparate die Strohheizlocomobilen auch in solchen Ländern angewendet werden, in welchen anderweitiges Heizmaterial wohl zu beschaffen, aber kostspielig ist, während das Stroh einen nur geringen Werth besitzt [1]).

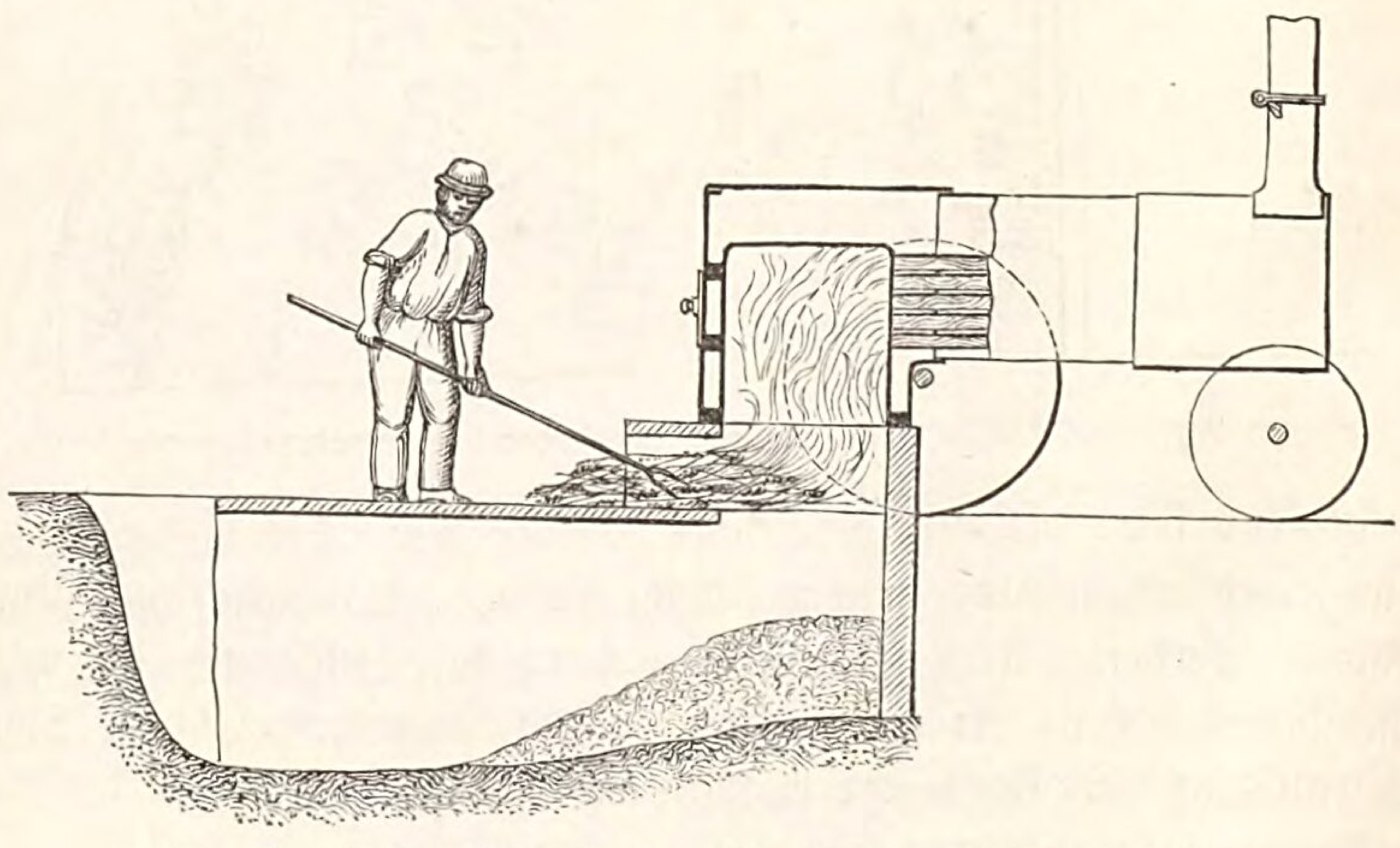


Fig. 54. Aeltere Methode der Strohheizung bei Locomobilen.

Bereits in früherer Zeit benutzte man zuweilen das Stroh als Brennmaterial für Locomobilen, jedoch mit Erbauung einer eigenen Vorfeuerung, welche der Maschine den locomobilen Charakter nahm. Fig. 54 giebt die Darstellung einer derartigen Anlage, welche mehrfach in

1) Das größte Verdienst um Einführung der Strohheizlocomobilen gebührt Mr. John Head aus Ipswich, nicht nur wegen der eigenen, in Gemeinschaft mit dem Ingenieur

Ungarn und Rumänien in Anwendung kam und ohne weitere Erläuterung verständlich ist. Das Stroh wurde mittelst eines langen eisernen Schürhakens eingefüttert.

Die neueren Constructionen, bei welchen die Feuerung direct mit dem Kessel verbunden ist und somit die Transportabilität der Maschinen nicht behindert wird, können wir nach der Art der Strohzuführung unterscheiden, und zwar in solche, bei denen die Zuführung durch den Arbeiter mit Hülfe eines Schürhakens erfolgt und in solche mit mechanischer Strohzuführung.

Zu der ersten Gruppe gehört die von Garrett in Leiston und Kotzo in Pest construirte Locomobile, deren Feuerung der Längen- und Querdurchschnitt Fig. 55 darstellt. Soll dieselbe mit Stroh geheizt werden, so wird die für Kohlenfeuerung bestimmte Heizthür a geschlossen und das Stroh durch einen, unter derselben befindlichen, weiten gußeisernen Trichter b mit Hülfe einer eisernen Gabel eingefüttert. Der Rost c für Kohlenfeuerung wird entfernt und anstatt desselben ein aus nur vier bis fünf Stäben bestehender Rost d dicht über dem Aschenfall e eingelegt, welcher ein Herabfallen des Strohes in den letzteren verhütet. Das Stroh brennt frei in dem Heizraume, während dasselbe mit dem hinteren Ende noch in dem Trichter steckt und so das Einströmen kalter Luft durch diesen verhütet. Sobald der in dem Feuerraume steckende Theil abgebrannt ist, lichtet sich die Masse und der Heizer schiebt dieselbe tiefer hinein bez. neues Material nach. Diese Strohfeuerung zeichnet sich durch ihre große Einfachheit und durch einen sehr guten Effect aus.

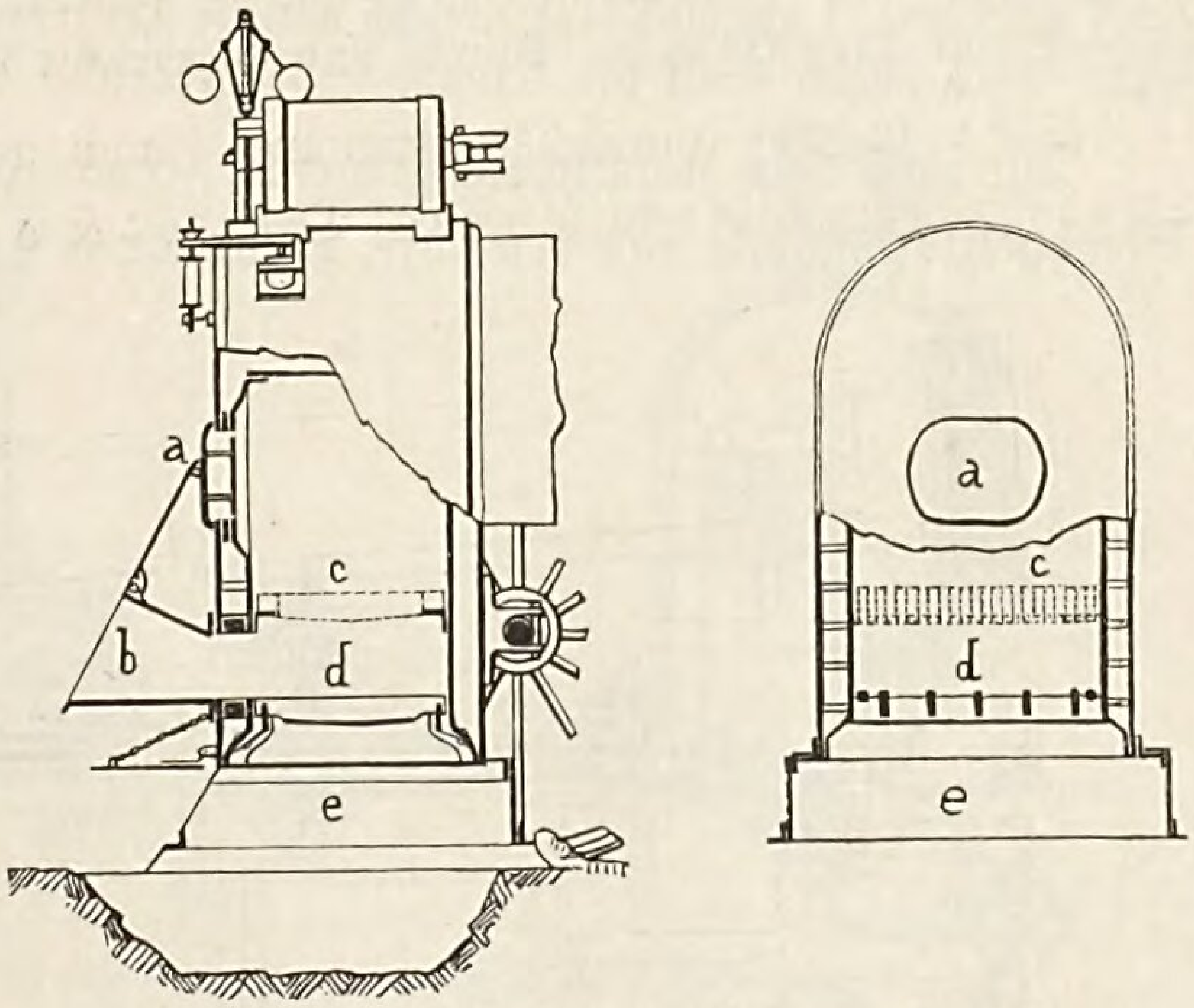


Fig. 55. Strohheizlocomobile von Garrett.

Bei Gelegenheit der Wiener Weltausstellung 1873 nahm Professor Radinger eine sorgfältige Prüfung einer mit derselben ausgerüsteten Locomobile vor, deren Resultate

---

Schemioth construirten Feuerung, sondern auch wegen mehreren vortrefflich instructiver, den Gegenstand behandelnder Schriften, unter welchen außer der bereits citirten Brochüre: A few notes on the portable steam engine namentlich zu erwähnen ist die Schrift: On the combustion of refuse vegetable substances, as straw, reeds, cottonstalks, brushwood, megass etc. under steam boilers by John Head; London 1877.

hier mitgetheilt werden sollen. Der Kessel der nominell 8pferdigen Locomobile besaß eine Feuerkiste von 0.70 Meter Breite und 0.60 Meter Länge und 28 Stück je 60 Millimeter weite Sieberöhren. Die totale Heizfläche betrug 12.5 Quadratmeter (1.55 Quadratmeter pro nominelle Pferdekraft). Die Rostfläche war $^1/_{30}$ der Heizfläche und die Rohrquerschnitte ergaben sich auf $^1/_{52}$ der Rostfläche. Da die Sieberöhren sich mit der sehr zähen, kieselhaltigen Flugasche leicht versetzen, so müssen sie leicht mit der Rohrbürste durchfahren werden, weßhalb dieselben ohne Ringe eingesetzt (eingedrückt) sind. Die Ergebnisse des $58^1/_2$ Minuten andauernden Versuches waren folgende:

Gewogene Strohmenge . . . . 163 Kilogramm.

Mit dieser verdampfte Wassermenge 380 Kilogramm, reducirt auf 0 Grad 321 Kilogramm.

1 Kilogramm Stroh verdampft daher 1.97 Kilogramm Wasser von 0 Grad. Die Verdampfungsfähigkeit mittelguter Kohle auf 6.5 angenommen, verhält sich bei gleichem Gewichte der Heizwerth des Strohes zu jenem der Kohle wie 1 : 3.3.

Gebremst wurde die Maschine während des Versuches auf 16 Pferdekraft, wobei der Dampf von 72 auf 60 Pfund englisch und die Tourenzahl von 140 auf 120 pro Minute sank. Es genügen somit pro Stunde und Pferdekraft 10.44 Kilogramm Stroh.

Die nach dem nämlichen Principe, jedoch ganz ohne Rost angeordnete Strohheizlocomobile von Ruston, Proctor & Co. in Lincoln ist in Fig. 56

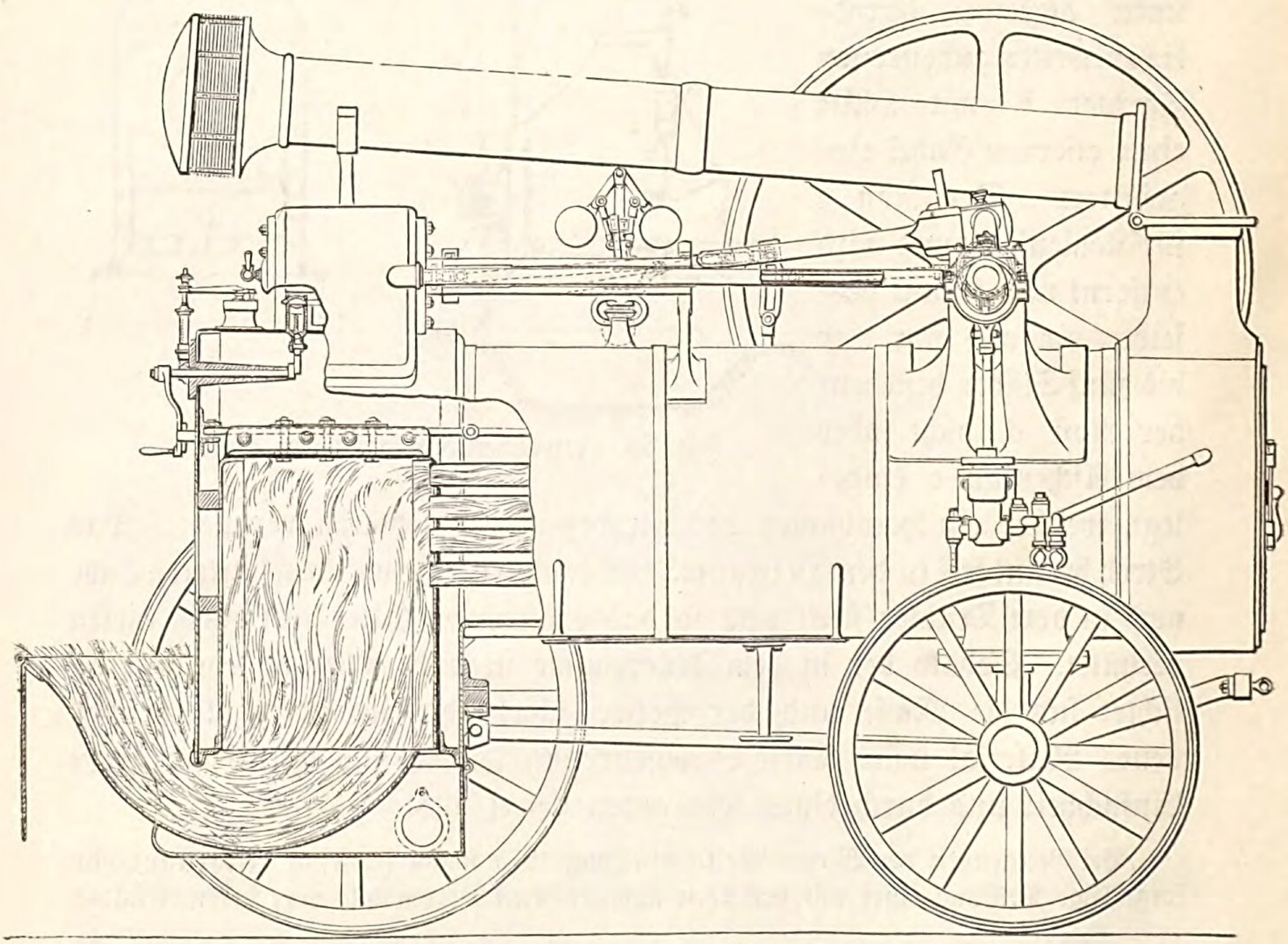


Fig. 56. Strohheizlocomobile von Ruston, Proctor & Co.

dargestellt. Die Einführung des Strohes erfolgt durch einen unter der Feuerbuchse angebrachten gekrümmten Trichter, wobei ebenfalls mittelst einer eisernen Krücke die erforderliche Nachhülfe gegeben wird. Die zur

Verbrennung nöthige Luft wird in genügender Menge mit dem Stroh eingeführt. Vor dem Trichter ist eine Klappe angebracht, welche beim Stillstande der Maschine geschlossen wird, um das Einströmen von kalter Luft in den Heizraum zu verhüten. Die an den Seiten des Aschkastens angebrachten runden Klappen werden bei der Strohheizung geschlossen gehalten, dagegen bei Benutzung anderweitigen Brennstoffes zum Zwecke der Luftzuführung geöffnet, wobei natürlich ein Rost in die Feuerbuchse eingelegt wird [1]).

Das zweite System von Strohheizlocomobilen, mit mechanischer Zuführung, wird durch die Construction von Head und Schemioth repräsentirt. Fig. 57 giebt einen Längen- und Querschnitt der Feuer-

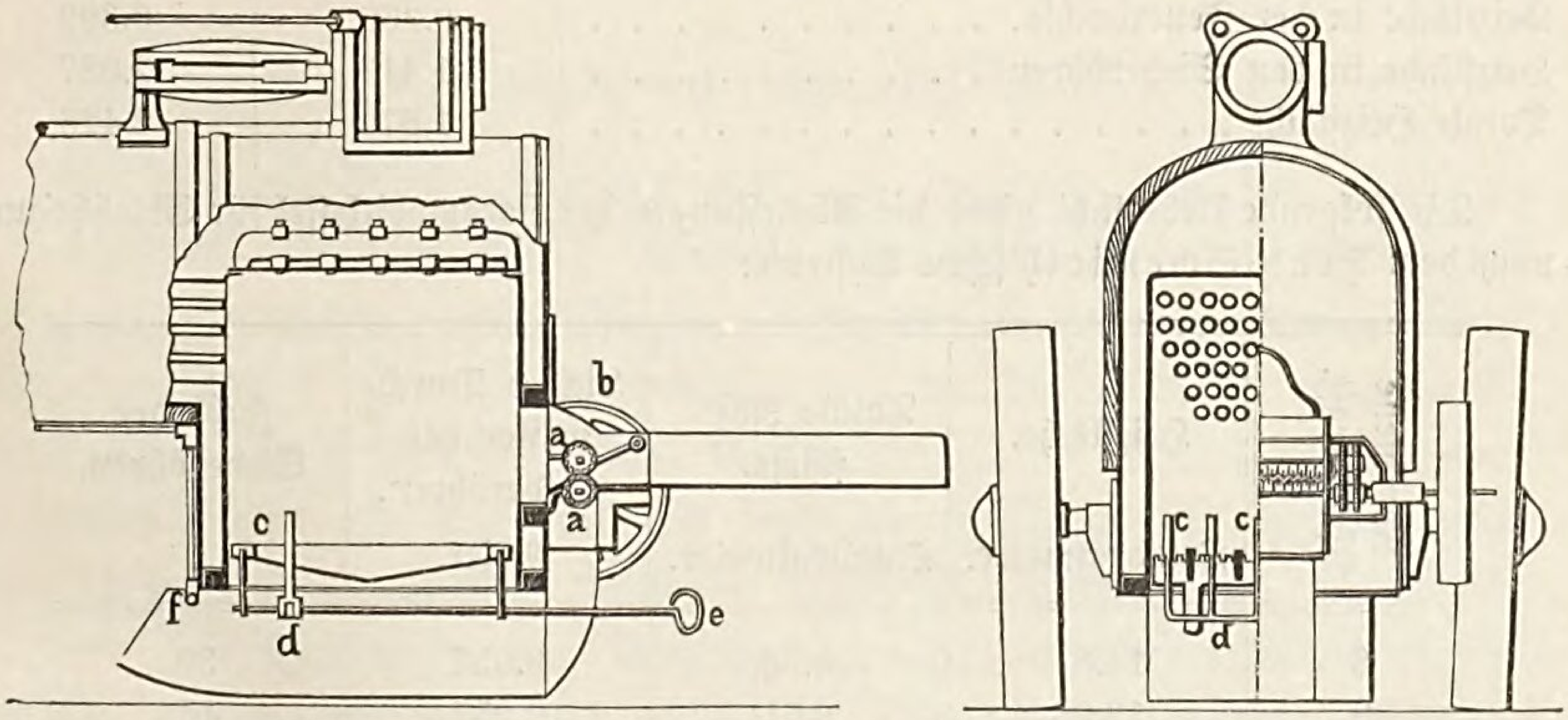


Fig. 57. Strohheizlocomobile von Head & Schemioth.

buchse. Vor der Feuerung befinden sich die beiden gezahnten Walzen aa, welche während des Ganges der Locomobile vermittelst der auf der Achse der unteren Walze befindlichen Riemenscheibe b und einer Zahnradtransmission 'zum Betriebe der oberen Walze von der Schwungradwelle in Bewegung gesetzt, dagegen beim Anfeuern durch eine aufgesteckte Kurbel gedreht werden. Die Walzen sollen etwa 45 Touren in der Minute machen. cc sind bewegliche Rechen, an dem Querbalken d befestigt, welcher in Führungen unter dem Roste gleitet. Mittelst des Handgriffes e kann der Rechen längs des Rostes hin- und hergezogen werden, um die kieselhaltigen Rückstände, welche sich bei der Verbrennung

1) In neuester Zeit wurde die Form des Rumpfes bei der Ruston'schen Strohheizlocomobile etwas geändert, jedoch mit Beibehaltung der in Fig. 56 dargestellten principiellen Anordnung. Die Einfütterungsöffnung zieht sich mehr trichterartig nach vorn, während ein Schieber am Boden des Rumpfes das Herabgleiten der Schlacken ermöglicht, welche in den bis auf den Boden reichenden und theilweise mit Wasser gefüllten Aschkasten fallen.

des Strohes auf dem Roste festsetzen, zu entfernen. Durch das mit feinen Löchern durchbohrte Rohr f, welches mit der Speisepumpe in Verbindung steht, kann Wasser in den Aschkasten geleitet werden, falls sich dort brennende Strohtheile befinden sollten. Der ganze Apparat ist derartig eingehängt, daß er leicht abgenommen und durch eine gewöhnliche Feuerthür ersetzt werden kann, wenn mit Holz oder Kohlen geheizt werden soll. Den Unterschied in den wichtigsten Abmessungen des Kessels für Kohlen- und Strohheizung zeigt folgende Zusammenstellung:

Fläche in Quadratmetern pro nominelle Pferdekraft.	Kessel für Kohlenfeuerung.	Kessel für Strohfeuerung.
Totale Rostfläche	0.058	0.086
Heizfläche in der Feuerbuchse.	0.260	0.399
Heizfläche in den Sieberöhren	1.416	2.027
Totale Heizfläche	1.676	2.426

Die folgende Uebersicht giebt die Abmessungen der Locomobilkessel für Strohheizung nach dem Head-Schemioth'schen Systeme:

Nominelle Pferdekraft.	Heizfläche. Quadratmeter.	Totale Rostfläche. Quadratmeter.	Lichter Durchmesser der Sieberöhren. Meter.	Zahl der Sieberöhren.
6	14.87	0.50	0.057	39
8	19.08	0.71	0.057	46
10	24.77	0.90	0.057	54
12	28.24	1.02	0.057	57
14	33.08	1.22	0.057	64
16	38.60	1.25	0.057	71
20	47.84	1.48	0.057	89

Es liegen eine größere Anzahl von Versuchen vor, welche mit diesem Systeme der Strohheizung angestellt wurden; allgemein wurden die Resultate als günstig anerkannt und im großen Durchschnitte ergab sich, daß der Heizwerth gleicher Gewichtsmenge Stroh und Steinkohle sich wie 1 : 3.5 verhalte [1]).

Radinger's Versuche bei Gelegenheit der Wiener Weltausstellung 1873 an einer nominell 10pferdigen Locomobile mit Strohfeuerung nach dem Systeme von Head und Schemioth lieferten folgende Ergebnisse:

Verbrannte Strohmenge 77 Kilogramm in Garben und 100.5 Kilogramm loses Stroh . . . . 177.5 Kilogramm,

Hiermit verdampfte Wassermenge während der 45 Minuten langen Versuchsdauer 365 Kilogramm, reducirt auf 0 Grad. . . . . . . 330 Kilogramm.

---

1) Der Verbrauch der Baumwollstengel als Feuerungsmaterial dieser Maschine ergab sich auf 2.98 und der Zuckerrohrrückstände auf 2.96 Kilogramm für 1 Kilogramm Steinkohle.

1 Kilogramm Stroh verdampft daher 1.86 Kilogramm Wasser von 0 Grad.

Die Verdampfungsfähigkeit mittelguter Kohlen zu 6.5 angenommen, verhält sich bei gleichem Gewichte der Heizwerth des Strohes zu jenem der Kohle wie 1 : 3.5.

Die Maschine wurde am Schwungrade bei constant gehaltenem Drucke von 70 Pfund englisch und 140 minutlichen Touren auf 18.6 Pferdekraft gebremst. Es genügen daher pro Stunde und Pferdekraft 12.6 Kilogramm Stroh.

Dient die Locomobile zum Betriebe der combinirten Dreschmaschine, so wird ein einfacher Calcul mit Zugrundelegung der localen Kohlenpreise und des Strohwerthes entscheiden, ob es sich als vortheilhaft erweist, mit Stroh zu heizen. Im großen Durchschnitte darf angenommen werden, daß 7 bis 8 Procent der gedroschenen Garben zur Feuerung der Locomobile erforderlich sind [1]).

b) Die Locomobildampfmaschinen.

Als Locomobildampfmaschine wird in neuerer Zeit fast allgemein eine liegende, auf dem Kessel montirte Dampfmaschine verwendet. Die Mehrzahl der in der Landwirthschaft benutzten Locomobildampfmaschinen besitzt nominell 8 oder 10 Pferdekraft und dementsprechend eine Größe, welche sich in der Praxis sowohl mit Rücksicht auf die zu betreibenden Arbeitsmaschinen als auch auf die Transportabilität am angemessensten erwiesen hat. Die effective Leistung dieser Maschinen kann durch Veränderung der Expansion, der Dampfspannung und Kolbengeschwindigkeit von der Hälfte bis fast zur doppelten nominellen Leistung geändert werden. Die Dampfmaschinen bis 10 Pferdekraft werden mit einem Cylinder, solche über 10 Pferdekraft gewöhnlich mit zwei Cylindern ausgeführt; im ersteren Falle liegt der Cylinder zumeist nicht in der Verticalebene der Mittelachse des Kessels, sondern etwas zur Seite, um die Schwungradwelle niedriger lagern zu können (vergl. Fig. 53 Seite 125).

Die Cylinderabmessungen der am meisten verbreiteten englischen Locomobilen und die bezüglichen Kolbengeschwindigkeiten sind folgende (alle Maße in Metern):

---

1) Dem später folgenden Abschnitte „Dampfcultivatoren" vorgreifend, sei hier erwähnt, daß im südlichen Rußland bereits mit gutem Erfolge die Strohheizung für Dampfpfluglocomotiven in Anwendung gebracht wurde und zwar in Gegenden, wo wegen Mangel jedes anderen passenden Heizmaterials die Dampfcultur gänzlich ausgeschlossen zu sein schien. Die Resultate in Bezug auf den Strohverbrauch stellten sich hierbei folgendermaßen: Zum Pflügen auf 0.25 Meter Tiefe sind pro Hectar 745 Kilogramm Stroh erforderlich. Der Ernteertrag an Stroh ergiebt sich in diesen Gegenden auf im Mittel 2000 Kilogramm pro Hectar, so daß $\frac{2000}{745}$ = (rund) 2.7 Hectaren mit der von 1 Hectar gewonnenen Strohmenge cultivirt werden können.

Anzahl der Cylinder.	Nominelle Pferdekraft.	Durchmesser der Cylinder.	Kolbenhub.	Minutliche Tourenzahl.	Secundliche Kolbengeschwindigkeit.
1	4	0.162	0.254	130	1.10
1	6	0.197	0.305	120	1.22
1	8	0.229	0.305	120	1.22
1	10	0.254	0.356	110	1.31
1	12	0.279	0.406	90	1.22
2	10	0.179	0.305	120	1.22
2	12	0.209	0.305	120	1.22
2	14	0.229	0.356	110	1.31
2	16	0.241	0.356	110	1.31
2	20	0.267	0.356	110	1.31

Die Dampfwege der Zu- und Abströmung besitzen überdies einen derartigen Querschnitt (durchschnittlich $^1/_{16}$ der Kolbenfläche), daß die Kolbengeschwindigkeit auf 1.40 Meter pro Secunde und darüber gesteigert werden kann.

Bei den neueren Locomobilen liegt der Dampfcylinder fast allgemein über der Feuerbuchse und nur in einigen Fällen auf dem cylindrischen Kessel dicht an derselben. Die Verbindung der Dampfmaschine mit dem Kessel erfolgt entweder durch Vermittlung einer Grundplatte oder durch unmittelbare Befestigung des Cylinders und der Lager der Schwungradwelle auf dem Kessel. Während letztere Methode bei den englischen Locomobilen allgemein üblich ist, wird die Grundplatte bei sämmtlichen französischen Locomobilen verwendet. Auch bei den Locomobilen aus belgischen und rheinischen Fabriken findet man zumeist die Grundplatte. In Deutschland hält man sich theils an das englische Muster, theils wendet man die Grundplatte an. Letztere gestattet unstreitig eine leichtere Zusammenstellung der Maschine, erhöht jedoch das Gewicht derselben, und zwar unnützer Weise, da thatsächlich Locomobilen ohne Grundplatten dieselbe gute Ausführung und lange Dauer zeigen wie die Locomobilen mit solchen. Es ist selbstverständlich, daß, wenn die Dampfmaschine unmittelbar auf dem Kessel montirt wird, durch die Wärmeausdehnung desselben eine geringe Verschiebung der Kurbelwelle gegen den Cylinder stattfindet, die bei der Zusammenstellung der Maschine nicht unberücksichtigt gelassen werden darf.

In neuester Zeit sind übrigens eine Anzahl von Constructionen eingeführt worden, durch welche die Kurbellager stets in constanter Entfernung von dem Cylinder gehalten werden, ohne hierzu eine Grundplatte zu verwenden. In der Regel werden kräftige Spannstangen (ungefähr

0.04 Meter stark) verwendet, welche einerseits mit den Lagerböcken und andererseits entweder mit der Feuerbuchse oder dem Dampfcylinder bez. nur mit dem letzteren verschraubt sind. Zu diesem Zwecke sind an den Lagerböcken und dem Cylinder entsprechende Augen zur Aufnahme der Spannstangen angebracht. Marshall in Gainsborough (England) macht die Kurbellager in ihren Böcken mittelst je eines schwalbenschwanzförmigen Supportes verschiebbar und verbindet die Lagerböcke durch sehr kräftige (0.06 Meter starke) Stangen mit dem Dampfcylinder. Bei dieser Anordnung kann sich der Kessel unter der Maschine nach Belieben strecken, ohne daß letztere an der Verschiebung irgend wie Theil nimmt. Fig. 58 giebt eine Darstellung dieses Lagers in beiden Ansichten; der Lagerbock a ist aus Schmiedeeisen gefertigt und durch Nieten mit dem Kessel verbunden; mit diesem ist der schwalbenschwanzförmige Support b verschraubt, in welchem das Lager c gleiten kann. d ist die Zugstange.

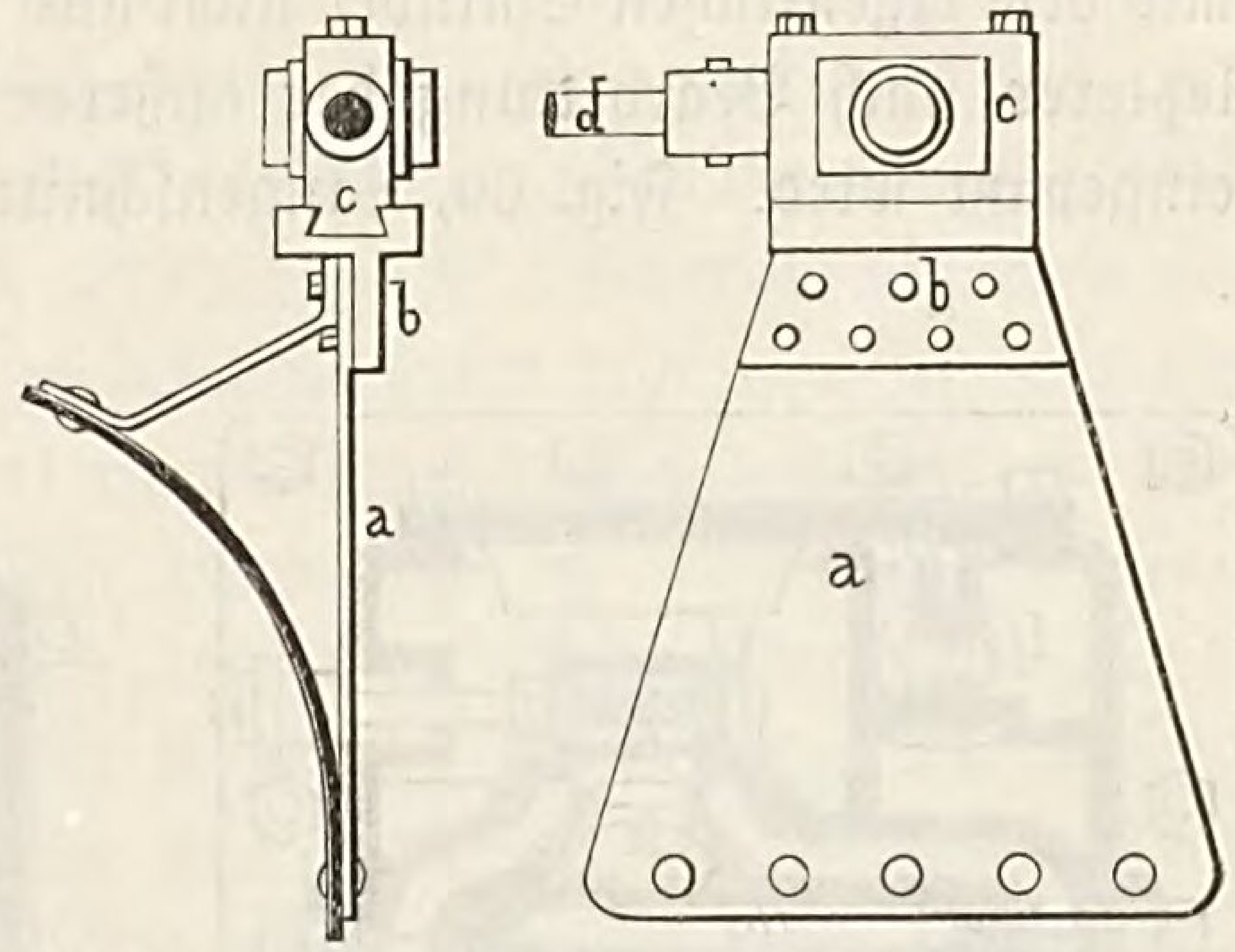


Fig. 58. Verbindung der Lager mit dem Dampfcylinder nach Marshall.

Turner in Ipswich wendet ebenfalls Lagerständer aus Blech an, Fig. 59, welche im rechten Winkel zur Druckrichtung stehen, biegsam sind und somit der Horizontalspannung nur einen geringen Wiederstand entgegensetzen. Mit diesen Blechwänden a sind die Lager b verschraubt und diese wiederum durch je eine kräftige Flacheisenschiene c genau in der Achsenhöhe mit dem Cylinder verbunden. Auf diese Weise kann in Folge der federnden Blechständer die Entfernung des Cylinders von der Schwungradwelle stets constant erhalten werden; nach neueren Erfahrungen soll die Anordnung keine schädlichen Vibrationen zur Folge haben [1]).

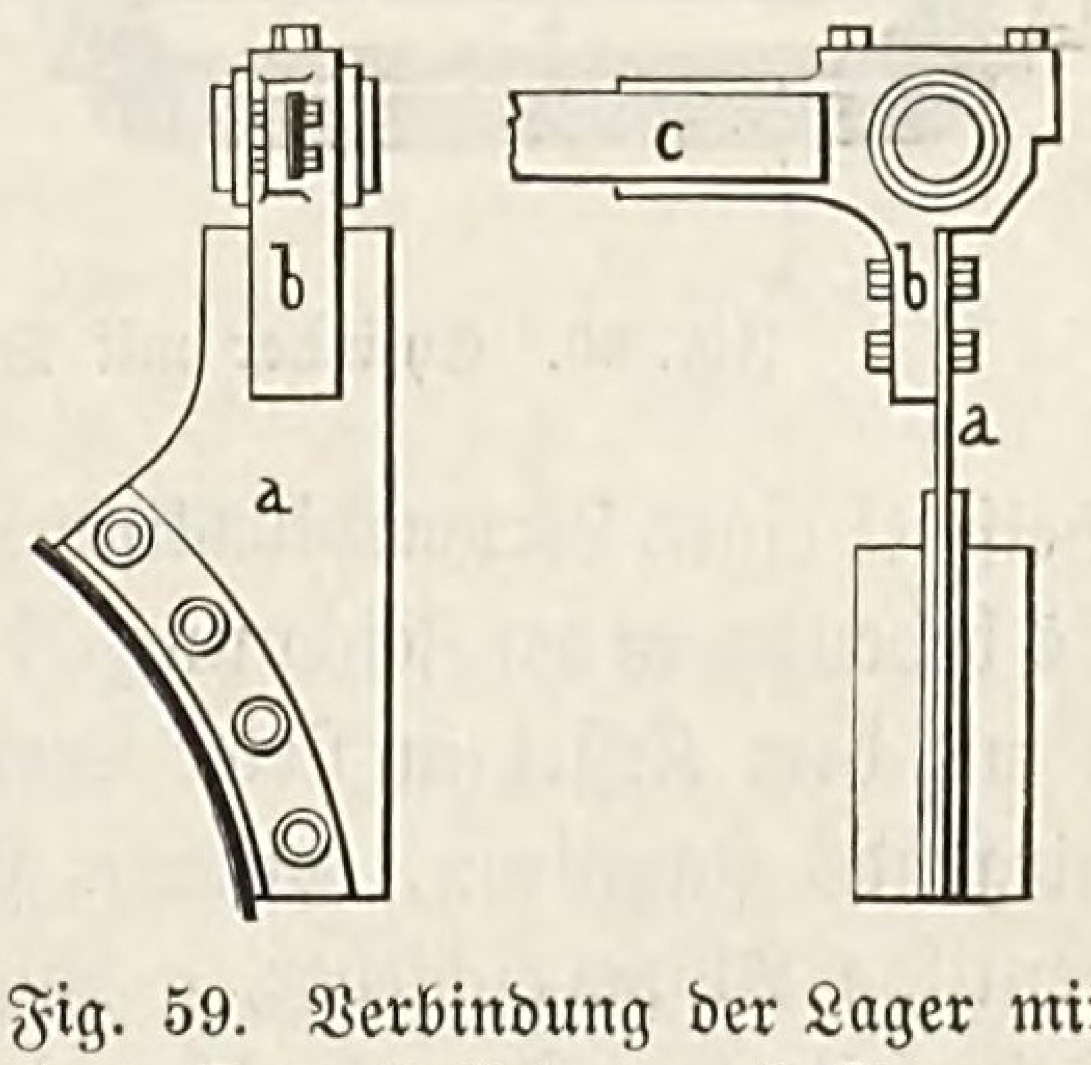


Fig. 59. Verbindung der Lager mit dem Dampfcylinder nach Turner.

1) Ueber weitere Methoden, die Längenausdehnung des Kessels für die Dampfmaschine unschädlich zu machen, siehe des Verfassers Bericht über die landwirthschaftlichen Maschinen der Wiener Weltausstellung in dem Werke: Die Bodencultur auf der Wiener Weltausstellung 1873, Band I Seite 433; Wien 1874.

Der Dampfcylinder wird vortheilhaft mit einem **Dampfmantel** umgeben, welcher unmittelbar mit dem Kessel in Verbindung steht, so daß der den Cylinder umgebende Dampf stets eine höhere Temperatur besitzt als der arbeitende Dampf. Entweder wendet man einen Dampfdom nach Art des auf Taf. IV. Fig. 3 dargestellten an, welcher mit dem Cylinder aus einem Stücke gegossen ist, oder man combinirt den Dampfmantel derartig mit dem Cylinder, daß der Gußkörper des ersteren die Canäle für die Dampfvertheilung und den Schieberkasten enthält, jedoch mit dem eigentlichen Cylinder nicht aus einem Stücke gegossen ist, während letzterer nach Bearbeitung der äußeren Fläche dampfdicht in den Mantel eingepaßt wird. Fig. 60, Längenschnitt und Schnitt nach a b, giebt ein

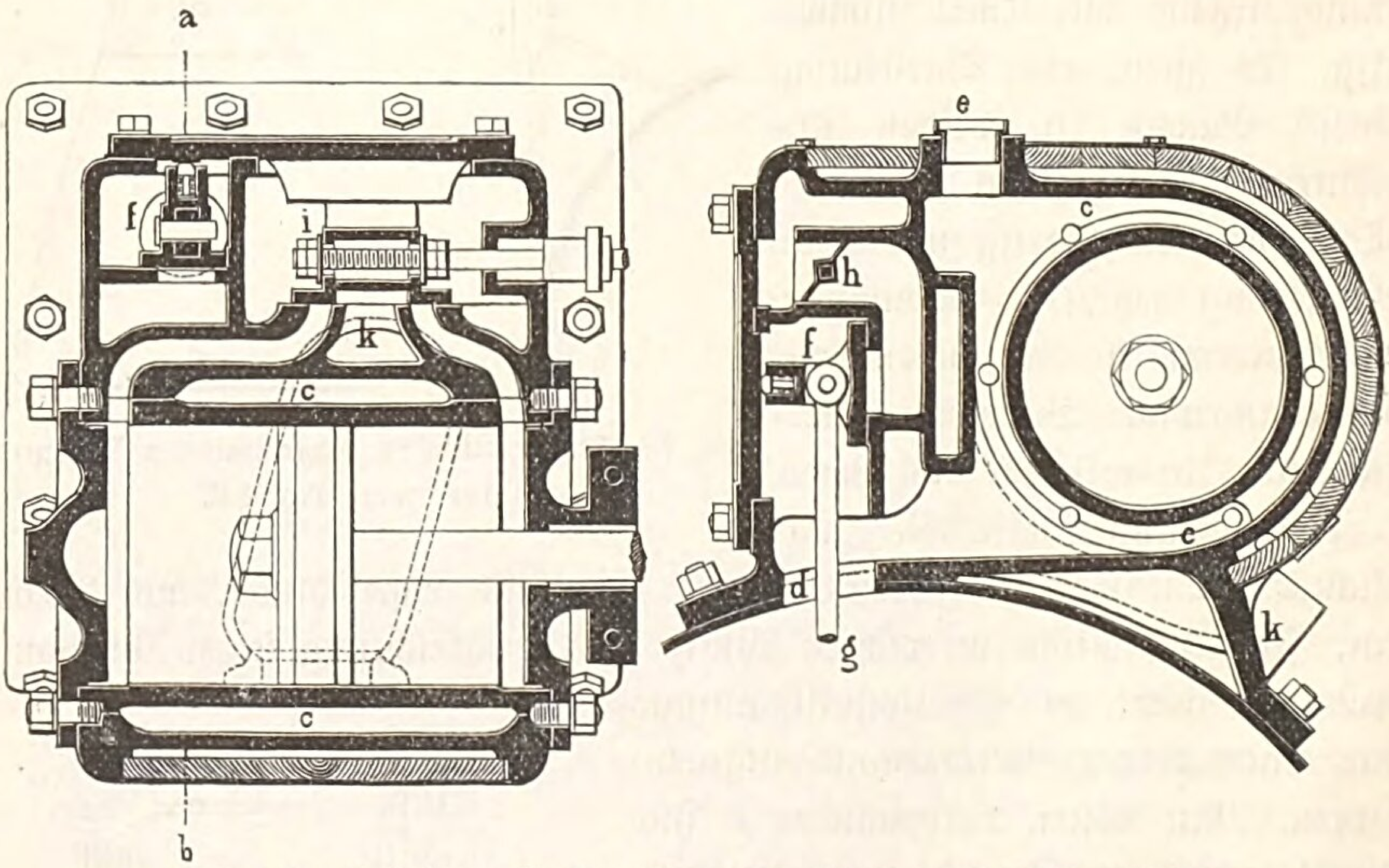


Fig. 60. Cylinder mit Dampfmantel; Längen- und Querschnitt.

Beispiel eines Locomobilcylinders mit Dampfmantel nach letzterem Systeme. Es bedeutet in der Zeichnung c den Dampfmantel, welcher durch die Oeffnung d mit dem Kessel in steter Verbindung ist. Das condensirte Wasser kann nirgends stagniren, sondern fließt in den Kessel zurück. e Sicherheitsventil, f Absperrschieber, g Zugstange zum Handgriffe desselben auf der Stirnseite der Feuerbuchse, h Drosselklappe, i Vertheilungsschieber, k Dampfableitungsrohr. Es empfiehlt sich, den Dampfcylinder möglichst dünn zu gießen, damit der äußere Dampf eine wirksame Erwärmung ausüben kann. Der äußere Dampfmantel wird noch mit einer Holzbekleidung umgeben, welche durch einen Blechmantel zusammengehalten wird, um eine Abkühlung so vollständig als möglich zu verhüten. Bei der Anordnung Fig. 60 umgiebt der Dampfmantel den Cylinder auch

auf der Seite der Vertheilungscanäle, während dies bei der Anordnung Taf. IV. Fig. 3 und 4 nicht der Fall ist. Bei beiden wird übrigens die Bedingung erfüllt, daß Cylinder und Schieber ihre bequeme Zugänglichkeit in keiner Weise einbüßen, wie dies bei älteren Constructionen häufig geschah [1]).

Die Steuerung. Die meisten landwirthschaftlichen Locomobilen erhalten keinen besonderen Expansionsschieber, sondern nur einen Vertheilungsschieber mit derartiger Deckung, daß eine genügende Expansion erzielt wird. Diese Anordnung empfiehlt sich wegen ihrer Einfachheit in allen Fällen, in denen die Arbeitsmaschine stets die nämliche bleibt. Soll dagegen die Locomobile mehrere Arbeitsmaschinen betreiben, deren Kraftverbrauch sehr verschieden ist, so empfiehlt sich unbedingt, die Expansion durch einen besonderen Schieber zu bewerkstelligen und zwar in derartiger Einrichtung, daß die Füllung in weiten Grenzen geändert werden kann. Die Veränderlichkeit der Expansion ermöglicht die vortheilhafteste Ausnutzung des Heizmaterials, sobald der erforderliche Kraftverbrauch ein gegenüber dem normalen wesentlich reducirter ist. Gestattet die Maschine keine Aenderung der Füllung, so ist man genöthigt, bei geringerem Kraftverbrauch mit reducirter Dampfspannung zu arbeiten, was einen erheblich größeren Dampfverbrauch zur Folge hat als eine Reducirung der Füllung, wie dies bereits S. 99 an einem Beispiele dargelegt wurde. In neuerer Zeit bricht sich diese Anschauung, welche Verfasser bereits vor funfzehn Jahren vertreten hat, immer mehr Bahn und finden wir jetzt bereits eine große Anzahl von Locomobilen mit veränderlicher Expansion. Die bezüglichen Constructionen sind die nämlichen, welche bei der stationären Dampfmaschine benutzt werden, und zwar verändert man die Füllung entweder durch Verdrehung des Expansionsexcenters auf der Schwungradwelle oder durch die bekannte Meyer'sche Anordnung mit zwei gegen einander verstellbaren Expansionsschiebern [2]).

In neuerer Zeit benutzt man auch häufig bei Locomobilen Expansionsregulatoren, d. h. man verbindet den Regulator derartig mit dem Expansionsschieber, daß bei schnellerem Gange die Expansion früher, bei langsamerem später eintritt. Fast jede Locomobilfabrik benutzt eine andere Construction von Expansionsregulatoren, welche jedoch sämmtlich

---

1) Eine beachtenswerthe (polemische) Schrift über die Benutzung des Dampfmantels mit besonderer Berücksichtigung desselben bei Locomobilen ist betitelt: The abuse of the steam jacket by William Fletcher; London 1878.

2) Beide Constructionen befinden sich in jedem Werke über Dampfmaschinen ausführlich beschrieben, so daß sie hier nur aufgeführt zu werden brauchen.

für landwirthschaftliche Locomobilen zu complicirt sind und überdies, namentlich mit Rücksicht auf die Vertheuerung der Maschine, nicht die Vortheile gewähren, welche den Apparaten häufig nachgerühmt werden. Die Kohlenersparniß ist freilich etwas geringer, wenn der Regulator auf den Expansionsschieber, als wenn derselbe auf die Drosselklappe wirkt; da man jedoch zumeist bei landwirthschaftlichen Locomobilen in Folge verschiedener, bereits besprochener Umstände, nicht den günstigsten Heizeffect erzielen kann, so wird auch die in Rede stehende, nur verhältnißmäßig geringe Vortheile bietende Construction gemeinhin überflüssig sein. Um jedoch die Anordnung der Expansionsregulatoren an einem Beispiele zu erläutern, ist in Fig. 61 eine der sinnreichsten dieser Constructionen, der Expansionsregulator von Hartnell & Guthrie dargestellt und zwar

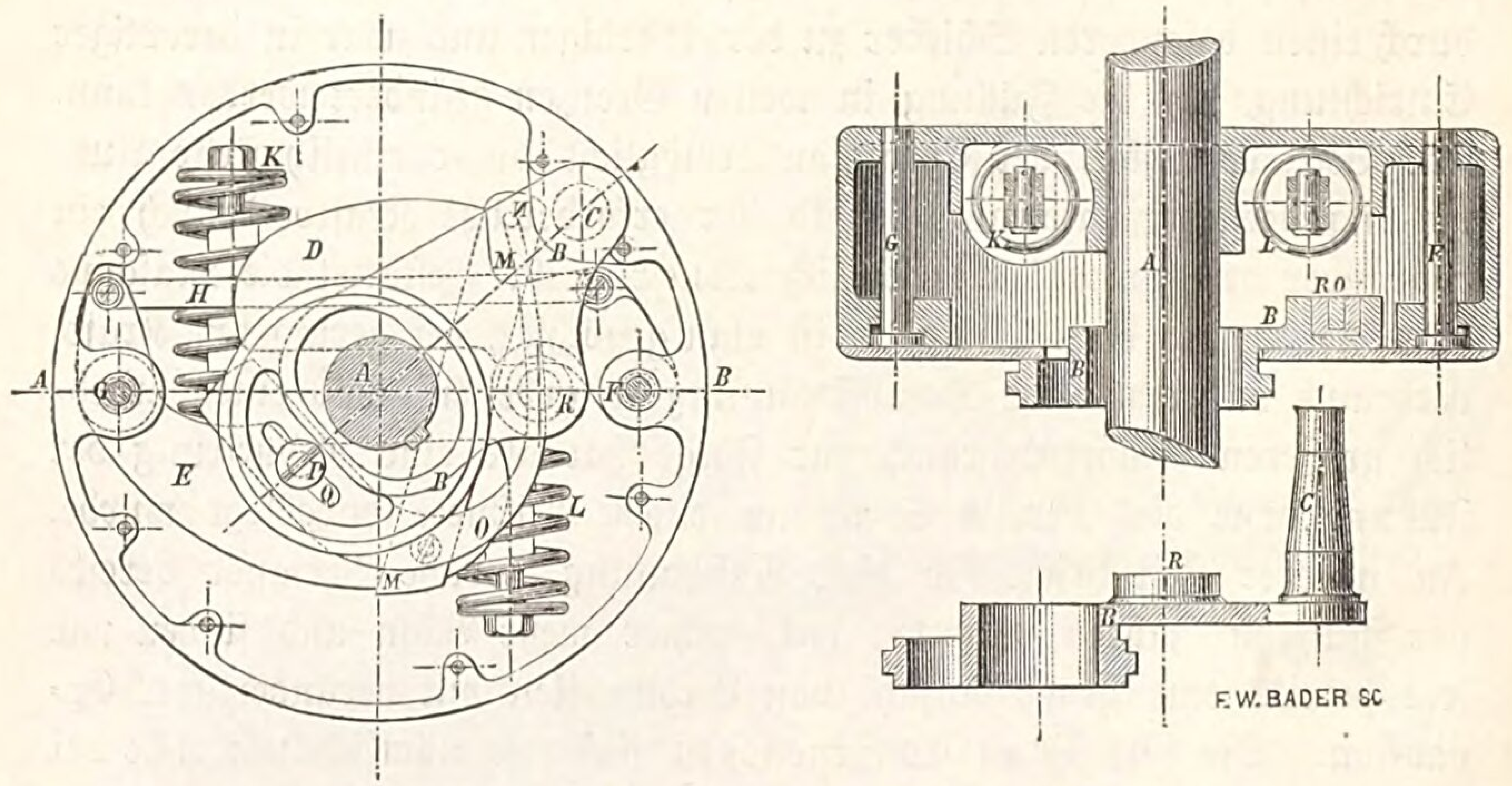


Fig. 61. Expansionsregulator von Hartnell & Guthrie.

in der Vorderansicht, einem Schnitte nach A B und in einem Durchschnitte des Excenters. Das Gehäuse des Regulators sitzt auf der Schwungradwelle A fest, während das Excenter B mittelst eines Armes an dem in dem Gehäuse angebrachten Zapfen C aufgehängt ist. Die beiden Gewichte D und E schwingen um die Zapfen F und G und balanciren sich gegenseitig in Folge ihrer Verbindung durch die Schiene H; sie werden durch die Spiralfedern K und L nach dem Innern des Gehäuses gezogen. An dem Gewichte E ist ein Arm M angebracht und an diesem der Zapfen N, um welchen der gekrümmte Arm O drehbar ist. Derselbe kann durch die Schraube P und Schlitz Q an dem Gewichte E in verschiedenen Stellungen befestigt werden und wird ferner durch einen Schlitz in dem Zapfen R geführt, welcher sich in dem Arme des Excenters B drehen kann. In der gezeichneten Stellung, in welcher die Spannschraube

P auf der Mitte des Schlitzes Q steht, ist eine Bewegung der Gewichte ohne Einfluß auf die Stellung des Excenters. Wird dagegen der Schlitz Q gegen die Schraube P verschoben und in seiner Stellung befestigt, so findet eine entsprechende Verdrehung des Excenters statt, welche die auf größte Füllung für Vor- und Rückgang bezügliche Voreilung desselben bestimmt. Die Uebereinstimmung der Krümmung von O mit einem aus G beschriebenen Bogen hat jetzt aufgehört, und ein Auseinandergehen der Gewichte in Folge vergrößerter Geschwindigkeit der Kurbelwelle führt das Excenter wieder der mittleren Stellung näher, bez. in diese zurück, wodurch der Dampfzutritt entsprechend früher abgeschnitten wird[1]).

Umsteuerung. In der Regel ist es nicht erforderlich, die landwirthschaftliche Locomobile mit einer Vorrichtung nach Art der bei Locomotiven angewendeten zu versehen, um die Umdrehungsrichtung der Kurbelwelle ändern zu können. Dient die Locomobile zum Betriebe der Dreschmaschine, so wird ihre Drehungsrichtung bereits derartig bestimmt, daß die Trommelwelle der letzteren ohne Kreuzung des Riemens bei richtigem Stande der Kraft- und Arbeitsmaschine, d. h. wenn die Feuerbuchse der ersteren und die Strohschüttler der letzteren nach außen stehen, betrieben werden kann. Sollen dagegen anderweitige Arbeitsmaschinen betrieben werden, so kann man, da hierbei zumeist Zwischenvorgelege angewendet werden, durch Kreuzung eines Riemens oder durch Umdrehung der Locomobile bez. der Arbeitsmaschine die erforderliche Drehungsrichtung erzielen. Trotzdem es also im Allgemeinen nicht erforderlich ist, eine Umsteuerung anzubringen, so empfiehlt sich doch die fast kostenlose Einrichtung zur Aenderung der Drehungsrichtung, welche in Fig. 62 dargestellt wird. Das Steuerungsexcenter a ist auf der Schwungradwelle

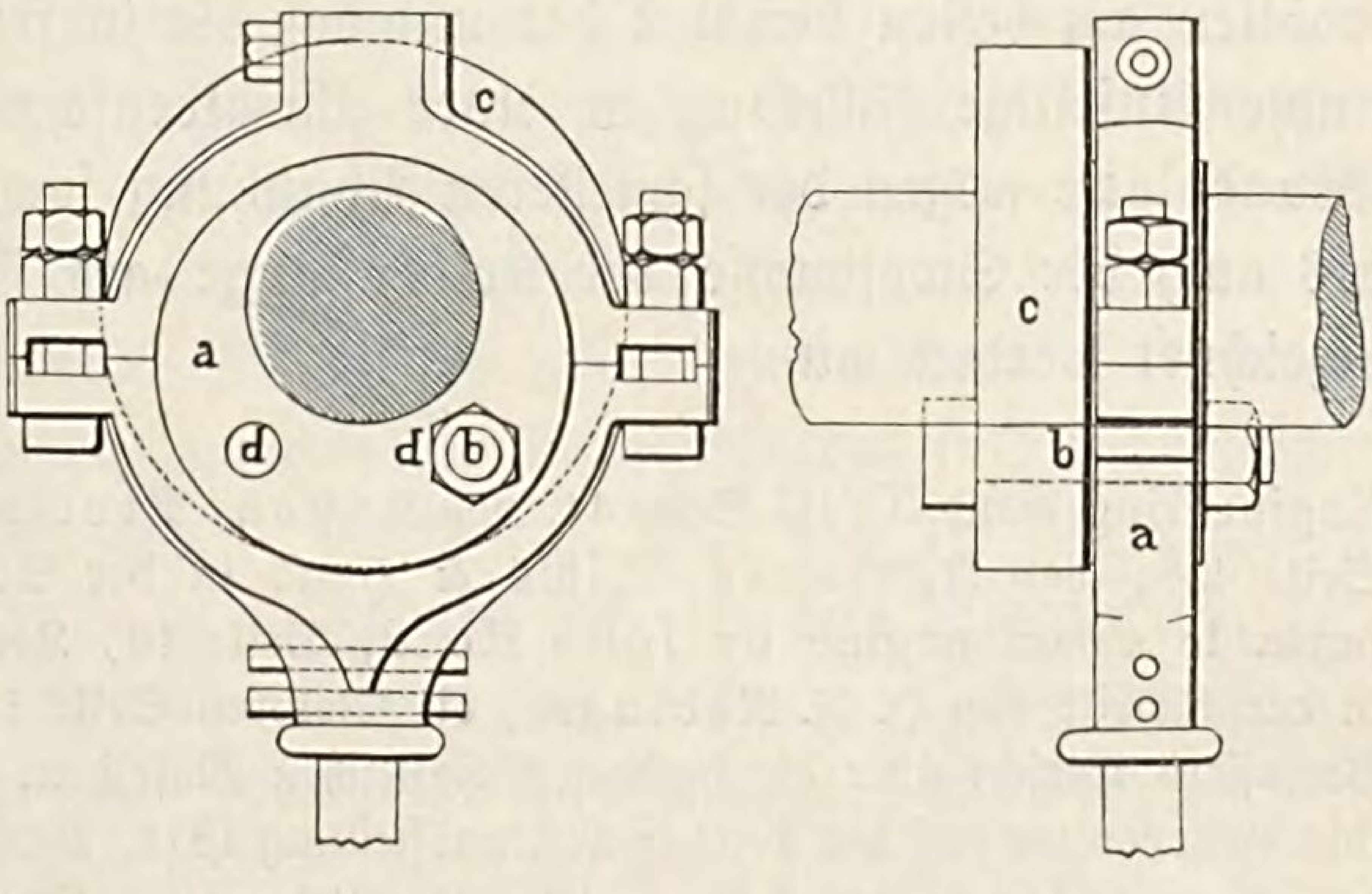


Fig. 62. Steuerungsexcenter zur Umkehr der Drehungsrichtung.

1) Da der Zweck dieser Schrift und der zur Verfügung stehende Raum es nicht gestatten, sämmtliche Constructionen von bei Locomobilen benutzten Expansionsregulatoren zu besprechen, so sollen wenigstens für einige derselben die Literaturquellen angegeben werden: Expansionsregulator von Clayton & Shuttleworth Zeitschrift

drehbar und kann mittelst einer Schraube b in zwei Stellungen gegen einen auf der Welle festen Ring c eingestellt werden, wobei die eine Stellung dem Vorwärts-, die andere dem Rückwärtsgange entspricht. Zur Feststellung des Excenters dienen die beiden in demselben gebohrten Löcher d. Diese Vorrichtung erspart somit eine etwaige Umstellung der Maschinen oder Riemenkreuzung und ist für alle Locomobilen empfehlenswerth, welche verschiedene Arbeitsmaschinen zu betreiben haben.

Als Absperrvorrichtung zwischen dem Kessel und der Steuerung wendet man entweder Ventile oder Schieber an, und zwar letztere ganz nach Art der Regulatoren bei Locomotiven. Die Drosselklappe des Regulators befindet sich in der Regel unmittelbar in dem Gußkörper des Schieberkastens, wie in Fig. 60 Seite 134 dargestellt wurde.

Ein Regulator sollte an jeder Locomobile vorhanden sein, da die Arbeitswiderstände oft sehr verschiedene sind, so daß ohne denselben ein nur einigermaßen gleichmäßiger Gang nicht erreicht werden kann. Namentlich ist derselbe aber aus dem Grunde von besonderer Wichtigkeit, weil sonst das Herabgleiten des Hauptriemens, bei welchem plötzlich die Auslösung der Arbeitsmaschine eintritt, ein vollständiges „Durchgehen“ der Maschine zur Folge hat [1]).

Die Geradführung, der Kreuzkopf und die Lenkerstange der landwirthschaftlichen Locomobile sind auf Taf. IV. in zwei bewährten Constructionen vorgeführt, die auch ohne weitere Besprechung verständlich sind. Zu erwähnen bleibt nur, daß sich die Linealführung für Locomobilen am besten bewährt hat und daß die in früherer Zeit vielfach benutzte einseitige Führung in einer schwalbenschwanzförmigen Nuth der Grundplatte wegen der schnelleren Abnutzung sowohl der Führung selbst als auch der Stopfbuchse der Kolbenstange als minder empfehlenswerth bezeichnet werden muß.

Engineering Band XVIII Seite 44, von Ruston, Proctor & Co. ebendaselbst XVIII Seite 458; von Ransomes, Sims & Head in der Schrift A few notes on the portable steam engine by John Head, Seite 16, London 1877; von Friedrich in der Schrift von J. F. Radinger, die Motoren Seite 192, Wien 1874 und in des Verfassers Bericht über die landwirthschaftlichen Maschinen der Wiener Weltausstellung (die Bodencultur auf der Wiener Weltausstellung 1873, Band I Seite 436), Wien 1874; von Marshall, Sons & Co. (Hartnell's neuer Expansionsregulator) Zeitschrift The Engineer XLII Seite 391.

1) Seit einigen Jahren tauchen fortwährend neue Regulatoren für Dampfmaschinen auf, welche stets als Verbesserungen der früheren vorgeführt werden. Nach meiner Erfahrung genügt der gewöhnliche Regulator nach Watt's Construction, wenn derselbe schnell umgeht, für die bei landwirthschaftlichen Locomobilen verlangte Gleichmäßigkeit der Umdrehungsgeschwindigkeit vollkommen, so daß ich nicht nöthig habe, die zahllosen Besprechungen der neueren Regulatoren durch eine weitere zu vermehren.

Die Kurbelwelle wird durch die hin- und hergehende Bewegung der Lenkerstange in Umdrehung versetzt. Sie ruht in zwei, entweder unmittelbar auf dem Kessel aufgesetzten oder mit der Grundplatte verbundenen Lagern. Im ersteren Falle empfiehlt es sich, wenn die Lagerböcke aus Gußeisen gefertigt werden, dieselben mit einer gemeinschaftlichen, sattelartigen Grundplatte zu versehen, welche in Folge ihrer breiten Auflagefläche entschieden vortheilhaft ist. In neuerer Zeit zieht man es mit Recht vor, die Böcke aus Schmiedeeisen-Blech herzustellen und durch Nietung mit dem Kessel zu verbinden. Es ist dies jedenfalls die vortheilhafteste Anordnung, die bei geringstem Gewichte eine vortreffliche Widerstandsfähigkeit ergiebt. Vergl. Fig. 58 auf Seite 133. Gußeiserne Lagerböcke, wie z. B. Taf. IV. Fig. 1 und 2, müssen in sehr kräftigen Abmessungen mit Verstärkungsrippen ausgeführt werden, wenn die Welle bei schnellem Gange und starker Anspannung nicht in Vibration gerathen soll.

Bewährte Abmessungen der schmiedeeisernen Kurbelwelle sind folgende (in Millimetern):

Nominelle Pferdekraft.	Maschinen mit einem Cylinder					Maschinen mit zwei Cylindern				
	4	6	8	10	12	10	12	14	16	20
Durchmesser der Kurbelwelle.	60	73	76	83	89	83	89	95	102	114

Innerhalb der Lager nimmt die Kurbelwelle die Excenter sowie die Riemenscheibe zum Betriebe des Regulators auf; außerhalb befindet sich das Schwungrad, welches gleichzeitig als Riemenscheibe geformt ist, während häufig auf der entgegengesetzten Seite noch eine weitere Riemenscheibe von geringerem Durchmesser aufgesetzt ist, um Arbeitsmaschinen mit langsamerem Gange zu betreiben. Der Durchmesser des Schwungrades beträgt bei Maschinen bis 4 Pferdekraft 1.25, von 4 bis 12 Pferdekraft 1.50 bis 1.58 Meter; die Breite wird in der Regel 0.16 bis 0.24 Meter gewählt. Passende Gewichte des Schwungrades sind für Maschinen von 6 Pferdekraft 300, von 8 Pferdekraft 350, von 10 Pferdekraft 400, von 12 Pferdekraft mit zwei Cylindern 375 bis 400 Kilogramm.

Um das Besprochene an einigen Beispielen zu illustriren, sind auf Taf. IV. zwei Locomobilen bewährter Construction dargestellt und zwar in Fig. 1 und 2 eine Locomobile englischer Construction von Ransomes, Sims & Head in Ipswich, Fig. 3 und 4 eine deutsche Locomobile von R. Wolf in Bukau. Es ist zum Verständnisse beider Maschinen nur erforderlich, auf einige Eigenthümlichkeiten derselben hinzuweisen.

Die Ransomes'sche Maschine, deren Kessel bereits auf Taf. III. Fig. 2 abgebildet wurde, zeigt im Wesentlichen den Typus der englischen Locomobilen. Der Cylinder ist durch zwei kräftige Spannstangen mit

den Lagerböcken verstrebt, eine Anordnung, welche bereits Seite 133 erwähnt wurde. Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß die Maschine mit besonderem Expansionsschieber versehen ist; eine Veränderung der Füllung erfolgt durch Verdrehung des Expansionsexcenters auf der Kurbelwelle, wobei

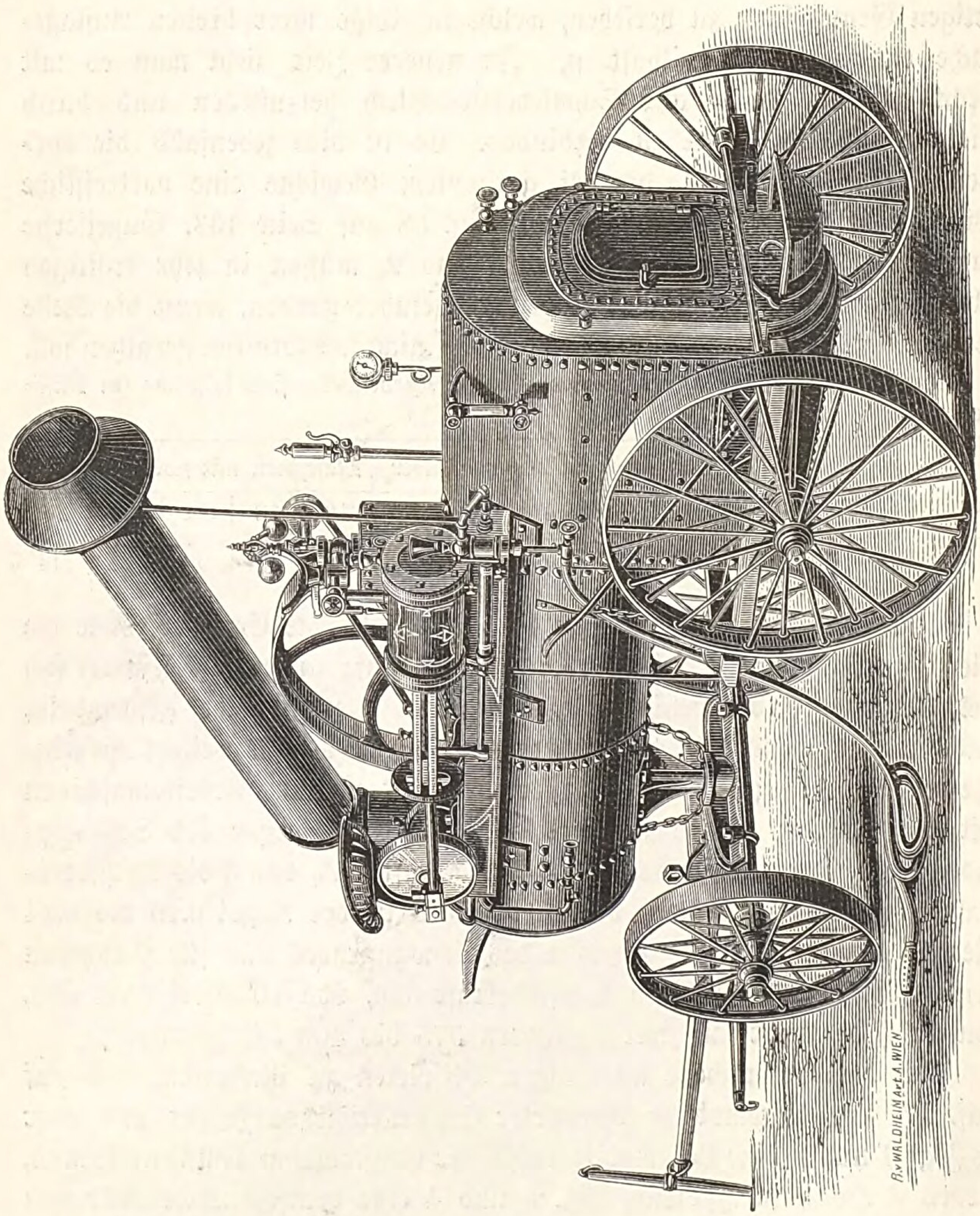


Fig. 63. Amerikanische Locomobile.

eine Skala das unmittelbare Ablesen des Füllungsgrades gestattet. Der Regulator befindet sich neben dem Cylinder auf der Feuerbuchse; sein Betrieb erfolgt mittelst eines verschränkten Riemens von der Schwungradwelle. Eigenthümlich ist die Speisepumpe angeordnet; sie besteht aus

zwei getrennten, hinter einander in einem gemeinschaftlichen Körper befindlichen Pumpen, von denen die eine kaltes Wasser aus dem Reservoir in einen Vorwärmer hebt, welcher in der Rauchbuchse liegt; aus diesem fördert die zweite Pumpe das bis auf den Siedepunkt erhitzte Wasser in den Kessel. Im Uebrigen ist die Pumpenconstruction übereinstimmend mit derjenigen der einfachen Speisepumpe Fig. 50 Seite 121.

Beachtenswerth ist, daß nicht nur der cylindrische Kessel sondern auch die Feuerbuchse durch eine Bekleidung gegen Abkühlung gesichert ist.

Eine vollständige Tabelle über die Abmessungen der Ransomes'schen Locomobile enhält die bereits mehrfach citirte Schrift des Herrn Head; aus derselben entnehme ich, und zwar zur Vervollständigung der Seite 110 gegebenen Abmessungen der Kessel für die Expansions-Locomobile von nominell 10 Pferdekraft (mit einem Cylinder) folgende Angaben: Cylinderdurchmesser 0.254 Meter, Hub 0.330 Meter, Tourenzahl 140 pro Minute (wie bei allen Ransomes'schen Locomobilen), demnach Kolbengeschwindigkeit 1.54 Meter pro Secunde, Durchmesser des Schwungrades 1.52 Meter, Breite desselben 0.23 Meter. Größte Länge der Maschine 3.86 Meter, Breite über den Achsen gemessen 2.08 Meter, Höhe bis zum höchsten Punkte des Schwungrades 2.75 Meter, Gewicht der Maschine 5200 Kilogramm.

Taf. IV. Fig. 3 und 4 Längen- und Horizontalschnitt der Wolf'schen Locomobile. Die Construction des ausziehbaren Röhrenkessels wurde bereits Seite 112 besprochen. Der Cylinder ist mit dem Dampfdome aus einem Stücke gegossen; die Lagerböcke haben einen gemeinschaftlichen Sattel und ist zwischen dem Dome und dem letzteren eine Verbindung mit Hülfe einer gußeisernen Platte hergestellt, welche die Führungsschienen für den Kreuzkopf trägt. Die Steuerung erfolgt durch einen Schieber, welcher auf $^3/_4$ Füllung justirt ist. Eigenthümlich ist die Lage der Speisepumpe (Fig. 4): dieselbe wird durch das Steuerungsexcenter getrieben und ist der Pumpenkolben einfach in der Excenterstange eingeschaltet. Der Regulator (nach Buß'scher Construction) steht in einem Bockgestell über der Schwungradwelle.

In neuester Zeit wird die Wolf'sche Maschine mit einem Funkenlöscher versehen, dessen Princip bereits oben erwähnt wurde (vergl. die Anmerkung Seite 115).

Es seien noch einige Angaben über die Abmessungen dieser Locomobilen hier beigefügt (die Maße in Metern)[1]):

Pferdekraft.	Durchmesser der Cylinder.	Kolbenhub.	Minutliche Tourenzahl.	Durchmesser des Schwungrades.	Breite des Schwungrades.	Gewicht. Kilogramm
6	0.180	0.300	120	1.41	0.14	2800
8	0.210	0.315	120	1.57	0.16	3750
10	0.235	0.315	120	1.57	0.16	4750

1) Die Abmessungen der Kessel enthält die Tabellen Seite 112.

Der Holzschnitt Fig. 63 stellt endlich den Typus der amerikanischen Locomobilen dar, die sich in vieler Beziehung von den bisher besprochenen unterscheiden. Die Maschine liegt, auf einer Grundplatte montirt, zur Seite des Kessels; die Grundplatte wird gleichzeitig als Vorwärmer benutzt. Die niedrige Lage der Maschine gewährt den unleugbaren Vorzug, daß die Theile bequem von dem auf dem Boden stehenden Arbeiter beobachtet und geschmiert werden können. Dagegen besitzt die Anordnung den Nachtheil, daß sich die Kurbel, gewöhnlich eine Kurbelscheibe, am Ende der Schwungradwelle befindet, so daß der Betrieb nur von der entgegengesetzten Seite, auf welcher das die Riemenscheibe bildende Schwungrad sitzt, abgeleitet werden kann. Soll die Locomobile lediglich zum Betriebe der Dreschmaschine verwendet werden, so tritt dieser Uebelstand nicht hervor; sobald aber Arbeitsmaschinen mit verschiedener Umdrehungsgeschwindigkeit durch dieselbe in Bewegung gesetzt werden sollen, so muß sich das Fehlen einer Riemenscheibe von geringem Durchmesser stets nachtheilig geltend machen. Es ist dies der Grund, weßhalb man von der geschilderten Anordnung bei uns vollständig abgekommen ist. Der seitlichen Lagerung der Dampfmaschine bei den amerikanischen Locomobilen liegt überdies noch das Motiv zu Grunde, den Schwerpunkt des gesammten Apparates möglichst niedrig zu erhalten, da andernfalls bei den häufig sehr schlechten Wegen leicht ein Umwerfen stattfinden könnte.

Ueber der Kurbelscheibe ist ein Treibersitz angebracht, welcher bei keiner amerikanischen Locomobile fehlt, bei uns aber sicher als überflüssig anerkannt werden wird.

c) Der Locomobilwagen.

Bereits in der Einleitung ist als ein wesentliches Erforderniß für eine landwirthschaftliche Locomobile die möglichst leichte Transportabilität hervorgehoben worden. Hierzu trägt eine geschickte Anordnung des Wagens mindestens ebenso viel bei als die Reducirung des Gewichtes von Kessel und Maschine.

Die wichtigsten, an den Wagen zu stellenden Anforderungen sind, daß die Räder möglichst hoch und angemessen breit sind, daß Vorder- und Hinterräder in gleicher, und zwar am besten der landesüblichen Spurweite laufen und daß der Vorderwagen mit einem gut construirten Lenkschemel versehen ist. Alle Theile des Wagens müssen äußerst widerstandsfähig sein, worauf namentlich bei solchen Locomobilen zu achten ist, welche häufig auf Straßen mit starken Steigungen zu transportiren sind. Für diese ist auch die Anbringung eines guten Hemmzeuges erforderlich.

Die Achsen werden zumeist aus quadratischem Schmiedeeisen hergestellt; ihr Querschnitt beträgt bei Locomobilen von 8 bis 10 Pferdekraft 0.06

bis 0.07 Meter im Quadrat. Die Hinterachse wird entweder in der Mitte der Feuerbuchse oder am inneren Ende derselben, unter dem cylindrischen Kessel, befestigt. Erstere Anordnung ist für die Unterstützung der schweren Feuerbuchse die vortheilhafteste; die Achse besteht alsdann aus zwei kurzen Schenkeln, welche mit Hülfe eines breiten Lappens und mehrerer Stehbolzen mit der Doppelwandung der Feuerbuchse vernietet werden. Zuweilen findet man auch die Anordnung, daß die Achse gekröpft unter der Feuerbuchse geleitet wird. Wenn die Achse am Ende der Feuerbuchse angebracht ist, so erfolgt die Befestigung durch zwei, an den Seiten derselben angenietete Lappen mit entsprechenden Ausschnitten zur Aufnahme der Achse. Letztere Anordnung ist die einfachste; sie eignet sich jedoch nur für leichtere Maschinen, da die Feuerbuchse ohne Unterstützung frei hängt, so daß ein Feststellen während der Arbeit erschwert wird. Für Locomobilen mit langen Feuerbuchsen, z. B. zum Brennen von Holz, zieht man demnach die erstere Anordnung vor. Bei den schwersten Maschinen von 16 bis 20 Pferdekraft wird die Achse zuweilen auf der Stirnseite der Feuerbuchse, unterhalb der Heizthür, angebracht.

Die Achsschenkel werden in der Regel schwach conisch gefertigt; sie erhalten einen geringen Sturz, um das Fahren auf gewölbten Straßen zu erleichtern; an der Innenseite der Achsschenkel wird ein Stoßring aufgezogen, gegen welchen die Nabe läuft. Um die Räder am Ablaufen zu verhindern, wird an den Enden eine Buchse aufgesetzt, welche durch einen Bolzen befestigt wird. Diese Methode ist einfacher als die Befestigung mittelst Schrauben und Muttern und genügt vollständig.

Die Vorderachse wird unter dem cylindrischen Kessel dicht an der Rauchbuchse angebracht; der Drehschemel ist entweder flach, wie bei gewöhnlichen Fuhrwerken oder es bilden die Berührungsflächen Kugelabschnitte, in welchem Falle eine Neigung der Achse in der Verticalebene ermöglicht wird, so daß auch bei unebenem Terrain alle vier Räder den Boden berühren müssen. Fig. 64 giebt eine Skizze dieser durchaus empfehlenswerthen Anordnung nach Ransomes'scher Con-

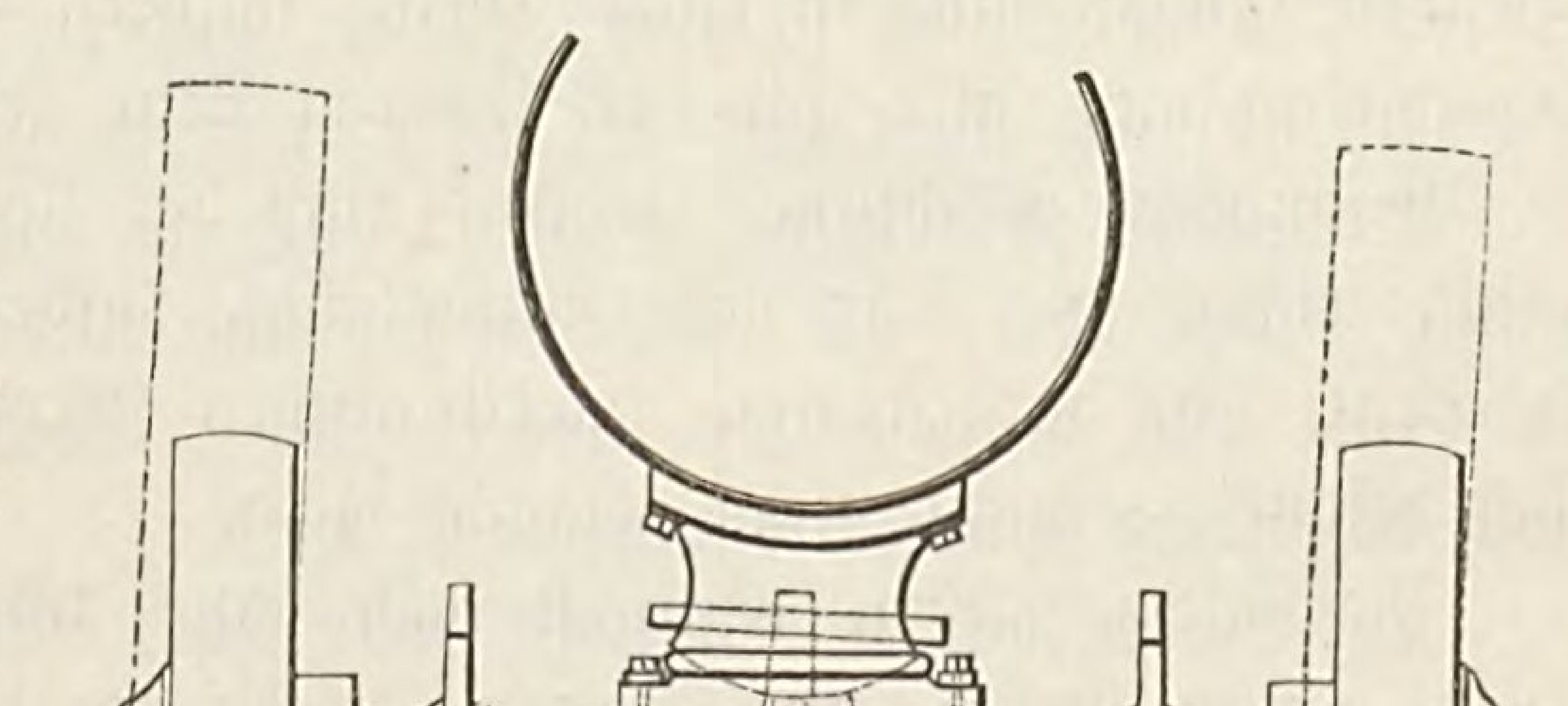


Fig. 64. Vorderwagen mit abgerundetem Drehschemel.

struction. Der Zapfen ist in dem Obertheile fest und verschiebt sich in einem länglichem Schlitze der Achse, sobald diese eine geneigte Lage annimmt.

Um zu verhindern, daß bei scharfem Umwenden eines der Vorderräder gegen die Kesselbekleidung (oder gegen die Pumpe) anstreift, muß die Drehung der Achse begrenzt werden. Es geschieht dies gewöhnlich durch zwei Ketten, welche von der Vorderachse nach der Feuerbuchse geführt und hier angemessen befestigt werden. Die Länge dieser Ketten ist derartig bemessen, daß sich bei der Drehung der Vorderachse eine derselben straff spannt und somit die Drehung begrenzt. Bei paralleler Stellung beider Achsen hängen die Ketten gleichmäßig schlaff herab, dürfen jedoch selbstverständlich nicht auf dem Boden schleifen. Die Stärke des Ketteneisens beträgt passend 0.01 Meter.

Die Räder werden in neuerer Zeit vielfach aus Eisen gefertigt, was auch in den meisten Fällen empfehlenswerth ist, da hölzerne Räder in Folge der starken Hitze in der Nähe der Feuerbuchse leicht schwinden, wodurch die Speichen locker werden. Hiermit soll übrigens nicht gesagt werden, daß hölzerne Räder unbrauchbar sind; bei sehr guter Ausführung genügen sie vielmehr für die meisten Fälle und bewirken in Folge des elastischen Materials einen ruhigeren Gang als die starren eisernen Räder, was namentlich bei Pflasterwegen recht werthvoll ist. Eiserne Räder werden am vortheilhaftesten derartig zusammengesetzt, daß die Nabe aus Gußeisen, Speichen und Kranz aus Schmiedeeisen bestehen. Die Verbindung erfolgt in der Weise, daß die aus Flacheisen gefertigten Speichen mit der Nabe eingeformt, also mit dieser vergossen werden, während sie mittelst zweier Winkeleisen-Kränze an den Reifen angenietet sind. Um eine möglichst gute Verstrebung des Radkörpers zu erzielen, legt man die Speichen zumeist nicht in einer Ebene, sondern von der Mitte der Nabe abwechselnd nach einer und der anderen Seite geneigt.

Besondere Beachtung verdient auch die eigenthümliche, verhältnißmäßig leichte aber sehr widerstandsfähige Räderconstruction der in Fig. 63 Seite 140 dargestellten amerikanischen Locomobile, auf welche hier noch besonders aufmerksam gemacht wird.

Die Räder müssen möglichst hoch sein, namentlich bei Locomobilen, welche häufig transportirt werden, da die Zugkraft, welche freilich von einer ganzen Reihe von Factoren abhängt, unter sonst gleichen Umständen in dem Maße geringer ausfällt als der Durchmesser der Räder zunimmt. Passende Abmessungen sind für die Hinterräder 1.25 bis 1.40 Meter, für die Vorderräder 0.95 bis 1.10 Meter, und zwar für Locomobilen von 6 Pferdekraft aufwärts; schwächere bez. leichtere Maschinen können Räder von etwas geringerem Durchmesser erhalten. Passende Breite der Räder 0.12 bis 0.15 Meter.

Es seien hier noch die genauen Abmessungen der Räder und Achsen einer englischen Locomobile (Robey) von 8 bis 10 nomineller Pferdekraft (Rostfläche 0.37, Heizfläche 12.17 Quadratmeter, Cylinderdurchmesser 0.235, Hub 0.305 Meter) angeführt[1]), welche als gute Muster bezeichnet werden können. Die Räder haben eiserne Naben, hölzerne Speichen und Felgen und 0.02 Meter starke Reifen. Durchmesser der Hinterräder 1.37, der Vorderräder 1.07, Kranzbreite beider 0.152, Spurweite 1.625, Stärke der Achsen 0.064 Meter im Quadrat. Durchmesser der Hinterrad-Naben 0.317, Länge derselben in der Mitte 0.279, außen 0.115, Stärke der Speichen an der Nabe 0.089×0.038, an den Felgen 0.076×0.038, Stärke der Felgen 0.076. Durchmesser der Vorderrad-Naben 0.279, Länge derselben in der Mitte 0.279, außen 0.115, Stärke der Speichen an der Nabe und Felgen wie bei den Hinterrädern.

Das Hemmzeug. Jede Locomobile sollte mit einem Hemmschuh versehen sein, d. h. einer schmiedeeisernen oder starken gußeisernen Platte, deren Breite diejenige der Räder um etwa 0.03 Meter übertrifft; an beiden Seiten derselben sind zwei nach aufwärts gerichtete Lappen angesetzt, um ein seitliches Abgleiten des zu hemmenden Rades zu verhüten. Der Hemmschuh wird durch eine Kette mit der Achse oder der Feuerbuchse verbunden und wenn die Maschine steil bergab fährt, derartig vor das Hinterrad gelegt, daß dieses auf den Hemmschuh fahren muß und so an der Drehung verhindert wird. Für einen kurzen Fall der Straße, z. B. eine Eisenbahnrampe, genügt diese einfache Hemmvorrichtung; für längere Strecken mit nur geringem Fall ist dieselbe jedoch wegen der beträchtlich erhöhten Zugkraft beim Hemmen des Rades nicht vortheilhaft. Locomobilen, welche viel auf Straßen mit starkem Fall transportirt werden, müssen deshalb mit einem vollständigen Hemmzeug versehen sein, welches mittelst zweier hölzerner Bremsbacken die Hinterräder bremst. Die Detailanordnung derselben richtet sich ganz nach der Stellung der Hinterräder und der Form des Kessels; sie unterscheidet sich nicht von der betreffenden Construction der Lastfuhrwerke und wird bei Besprechung derselben (Abschnitt III) speciell erörtert werden.

Beim Betriebe der Locomobile dient das Hemmzeug zum Feststellen der Hinterräder, so daß ein Verkeilen oder Festschrauben derselben nicht mehr erforderlich ist.

d) Der Betrieb der Locomobilen.

Der Betrieb der Locomobile muß mit größter Sorgfalt geleitet werden, sowohl um Gefahren vor Explosion des Kessels und vor Brandschäden zu verhüten, als auch um möglichst ökonomisch zu arbeiten und der Maschine eine lange Dauer zu sichern. Die hauptsächlichsten

---

1) Nach dem Werke: Der Bau der Locomobilen von Hermann Weber, Seite 268; Leipzig 1871, einer für Locomobilfabrikanten unentbehrlichen Schrift.

Maßregeln, welche einen sicheren und ökonomischen Betrieb bezwecken, sollen in dem Folgenden besprochen werden.

1. Die Verhütung der Kesselexplosionen.

Ein Dampfkessel explodirt in Folge zu hoher Dampfspannung, welcher die Wandungen des Kessels nicht den erforderlichen Widerstand entgegensetzen. Befindet sich der Kessel in gutem Zustande, so kann nur eine beträchtlich höhere als die normale Spannung die Explosion veranlassen, während, wenn in Folge schlechten Materials oder langen Betriebes die Wandungen beschädigt bez. abgenutzt sind, oder, wenn die Wandungen glühend werden, selbst eine geringere als die normale Spannung hinreichen kann, um eine Explosion zu veranlassen.

Fehlerhafte Construction der Locomobilkessel, welche Explosionsgefahren herbeiführen kann, kommt glücklicher Weise selten vor; zumeist wird dieselbe bei der vorzunehmenden Druckprobe entdeckt, so daß ein derartiger Kessel nicht in Betrieb kommt. Immerhin kann jedoch der Fall eintreten, daß einzelne Kesseltheile aus ungenügendem Material gefertigt sind, wobei sich aber bald ein Rinnen des Wassers an der betreffenden Stelle zeigt, so daß man im Stande ist, für eine rechtzeitige Beseitigung der fehlerhaften Platten Sorge zu tragen. Im Laufe der Zeit nutzen sich jedoch die am meisten exponirten Kesselplatten, namentlich der inneren Feuerbuchse, derart ab, daß ernste Gefahren von Explosion entstehen. Um diese zu verhüten, ist es durchaus erforderlich, daß alle Locomobilen, welche andauernd im Betriebe sind, mindestens alljährlich von einem erfahrenen Sachverständigen einer gründlichen Revision unterzogen werden, welche sich unbedingt auch auf das Innere des Kessels zu erstrecken hat, und daß, sobald eine nur einigermaßen bedenkliche Abnutzung einzelner Platten stattgefunden hat, der Kessel einer erneuten Druckprobe unterworfen werde[1]). Die meisten explodirten Kessel waren alte Kessel, deren Bleche im Laufe der Zeit auf ein bis zwei Millimeter Stärke reducirt wurden.

Befindet sich der Kessel in gutem Zustande, so kann nur eine höhere als die normale Dampfspannung Veranlassung zur Explosion geben. Diese entsteht am ehesten durch Ueberlastung der Sicherheitsventile

1) Bei dieser Druckprobe genügt es, wenn der Kessel mit einer Spannung von 1 bis 2 Atmosphären über der Normalspannung gepreßt wird. Man füllt den Kessel vollständig mit Wasser, belastet das Sicherheitsventil für die im Kessel zu erzeugende Spannung (vergl. Seite 125) und preßt mittelst der Speisepumpe vorsichtig so lange Wasser in den Kessel, bis dasselbe das Sicherheitsventil öffnet. Reicht die Skala des Manometers bis zu der beabsichtigten Spannung, so kann diese leicht abgelesen werden; andernfalls muß dasselbe, um eine Beschädigung zu verhüten, abgesperrt werden.

Seitens des Heizers, um das lästige Abblasen zu verhüten. Bei unzuverlässigem Heizer muß deßhalb eine häufige Controlle der Sicherheitsventile erfolgen, wenn man dieser Gefahr begegnen will und muß namentlich wiederholt ein Lüften des Ventiles stattfinden, wodurch man sich am besten von dem guten Zustande desselben Ueberzeugung verschaffen kann.

Eine häufige Ursache der Kesselexplosionen ist der Wassermangel. Ist das Wasserniveau im Kessel soweit gesunken, daß bereits einzelne auswendig vom Feuer bestrichene Platten vom Wasser entblößt sind, so können dieselben, da sie ihre Wärme nicht mehr an das Wasser abgeben, glühend werden. Glühendes Blech besitzt aber nur den kleinsten Theil der ursprünglichen Widerstandsfähigkeit, so daß selbst eine geringere als die normale Spannung jetzt im Stande ist, die Explosion herbeizuführen. Selbst wenn die in diesem Falle wahrscheinliche Explosion nicht eintritt, so kann dieselbe stattfinden, sobald der Kessel, um dem Wassermangel abzuhelfen, von Neuem gespeist wird. Es tritt jetzt, indem das Speisewasser mit den heißen Platten in Berührung kommt, eine rapide Dampfentwicklung ein, wobei selbst die in normalem Zustande befindlichen Sicherheitsventile nicht im Stande sind, den Ueberschuß schnell genug abzuführen. Das Speisen des Kessels muß also in diesem Falle grundsätzlich unterlassen werden und ist in erster Reihe durch Erstickung des Feuers auf dem Roste, am besten durch Beschütten desselben mit feuchtem Brennmaterial und Schließen der Aschkasten-Klappe, für eine Abkühlung der heiß gewordenen Platten Sorge zu tragen.

Ein zu niedriger Wasserstand entsteht in der Regel durch Nachlässigkeit des Heizers, welcher den Wasserstandszeiger oder den Gang der Pumpe nicht sorgfältig beobachtet, zuweilen auch durch fehlerhaftes Anzeigen des Wasserstandsglases bei Verstopfung der Communication desselben mit dem Kessel oder durch Versagen der Speisepumpe. Derartige Fehler können übrigens leicht verhütet bez. beseitigt werden, vorausgesetzt, daß die betreffenden Apparate correct angeordnet sind und keine Constructionsfehler besitzen.

Das Ansetzen von Kesselstein in stärkeren Schichten kann ebenfalls leicht zu Explosionen Veranlassung geben, ein Umstand, welcher gerade bei den schwer zugänglichen Locomobilkesseln ganz besonders zu beachten ist. Hat sich im Kessel bereits eine bedeutende Schicht Kesselstein angesetzt, so erhalten die Platten in Folge der Ueberhitzung leicht Risse und verbrennen, da sie nicht mehr in unmittelbarem Contacte mit dem Wasser stehen, vielmehr durch die Kesselsteinschicht von diesem getrennt sind. Es tritt hierbei zuweilen ein Glühendwerden der mit

Kesselstein behafteten Platten ein, wodurch in Folge der verminderten Widerstandsfähigkeit die Explosionsgefahr eine sehr beträchtliche wird. Reißt jetzt plötzlich die Kesselsteinschicht, was in Folge des verschiedenen Dilatationsvermögens des Eisens und Kesselsteines sehr leicht erfolgen kann, so kommt das Wasser mit der glühenden Platte in unmittelbarer Berührung, wodurch eine übermäßige, gefahrbringende Dampfentwicklung entstehen muß.

Der Kesselsteinansatz hat noch den weiteren Nachtheil zur Folge, daß durch denselben das Wärmeleitungsvermögen der incrustirten Wände vermindert wird, so daß der Verbrauch an Heizmaterial mit dem Zunehmen des Kesselsteines erheblich steigt. Es ist demnach auch aus ökonomischen Rücksichten dafür Sorge zu tragen, daß ein Ansetzen desselben möglichst verhütet werde.

2. Die Mittel zur Verhütung des Kesselsteines.

Vor Allem verhütet man den Kesselstein, wenn man als Speisewasser möglichst reines, wenig mineralische Bestandtheile enthaltendes Wasser verwendet. Das Wasser aus stehenden Gewässern oder Flüssen ist demnach in der Regel dem Brunnenwasser vorzuziehen, vorausgesetzt, daß es nicht zu viel Schlamm oder anderweitige Verunreinigungen enthält. Uebrigens hat man in der Praxis zumeist keine Wahl und muß dasjenige Wasser verwenden, welches am bequemsten zu erhalten ist. Auch die bei stationären Anlagen zuweilen benutzte Methode, das Wasser zu reinigen, ehe es in den Kessel gebracht wird, kann selbstverständlich bei Locomobilen nicht in Betracht kommen. Es bleibt demnach nur übrig, die Bildung festen Kesselsteines nach Möglichkeit zu verhüten und soweit dies nicht gelingt, den Kesselstein mechanisch zu entfernen.

Zur Verhütung des Kesselsteinansatzes empfiehlt sich bei Locomobilen in erster Reihe, einen Theil des Wassers häufig, und zwar bei sehr mineralhaltigem Wasser täglich, mit Hülfe des am tiefsten Punkte der Feuerbuchse angebrachten Hahnes *abzublasen*. Hierdurch wird der Schlamm, welcher sich aus dem Wasser ausgeschieden hat, entfernt, namentlich, wenn man das Abblasen erst einige Stunden nach der Außerbetriebsetzung vornimmt, wodurch der Schlamm Zeit erhält, sich auf dem Boden niederzuschlagen. Der Heizer muß demnach vor Beendigung des Betriebes den Kessel so hoch mit Wasser füllen, daß nach dem Abblasen der normale Wasserstand noch vorhanden ist.

Zumeist gelingt es jedoch nicht, mit Hülfe des Abblasens eine Bildung von Kesselstein gänzlich zu verhüten; man sucht demnach häufig durch

eine Fällung desselben im Kessel eine Ausscheidung zu bewirken. Die hierzu angewendeten Mittel richten sich nach der Zusammensetzung des Kesselsteines, und da diese sehr verschieden sein kann, so giebt es kein Universalmittel zur Verhütung des Kesselsteinansatzes, wie solche vielfach empfohlen werden. Die hauptsächlichsten Bestandtheile des Kesselsteines sind Gyps und doppeltkohlensaurer Kalk; dieselbe können aber durch Beigabe von Soda oder Chlorbarium, welchem 1/5 Salzsäure zugesetzt wird, ausgefällt werden. Wird Soda zu gypshaltigem Wasser gesetzt, so wird die Ausscheidung von Gyps verhindert; derselbe wird in kohlensauren Kalk umgewandelt, welcher sich während des Siedens als schlammiger Bodensatz abscheidet und durch das Abblasen entfernt werden kann. Wendet man Chlorbarium an, so zersetzt dieses den im Speisewasser enthaltenen Gyps, wodurch schwefelsaurer Baryt und Chlorkalcium entstehen; bei einem Zusatze von Salzsäure wird der kohlensaure Kalk unter Austreibung von Kohlensäure ebenfalls in Chlorkalcium verwandelt. Letzterer ist leicht löslich, während der schwefelsaure Baryt sich nicht fest anlegt[1]).

Außer den hier angeführten werden noch zahllose, theils chemisch, theils mechanisch wirkende Mittel zur Beseitigung des Kesselsteines empfohlen, welche jedoch immer nur von zweifelhaftem Werthe sind und demnach hier übergangen werden müssen.

3. Die Verhütung von Brandschäden.

Selbst mit den vorzüglichsten Schutzapparaten gegen Feuersgefahr, wie zuverlässigen Funkenfängern (vergl. Seite 115) und Aschkasten, welche ein Herausfallen brennender Kohlentheile unmöglich machen, können Brandschäden nur in dem Falle sicher verhütet werden, daß die Leitung eine verständige ist; andernfalls wird eine Locomobile, wie überhaupt jeder mit einer Feuerung versehene Apparat, als feuergefährlich bezeichnet werden müssen. Folgende Vorsichtsmaßregeln müssen stets beachtet werden:

Im Innern eines Gebäudes darf eine Locomobile nur dann in

1) Soda kann, in dem Speisewasser aufgelöst, mittelst der Pumpe in den Kessel eingeführt werden, während das die Metalle angreifende Chlorbarium entweder durch das Mannloch oder mittelst eines geeigneten Trichters durch das Sicherheitsventil eingegeben wird.

Beachtenswerthe Schriften über die Verhütung des Kesselsteines sind: Die Kesselsteinbildung und die Mittel zur Verhütung derselben von L. Roth; Berlin 1872 und: Ueber die radicale Beseitigung des Kesselsteines und Kesselschlammes von Dr. E. de Haën; Hannover 1874.

Betrieb gesetzt werden, wenn dasselbe mit einem vollkommen feuersicheren Dache versehen ist und alles Holzwerk der Dachconstruction mindestens 0.30 Meter von dem Schornsteine entfernt bleibt. Der Raum zur Aufstellung der Locomobile muß durch massive Wände von anderen Theilen des Gebäudes abgeschlossen sein und dürfen sich in demselben keine leicht entzündbaren Gegenstände, als Stroh, Holz u. s. w. befinden.

Auf Wirthschaftshöfen muß die Locomobile 4 bis 5 Meter von massiven Gebäuden, 8 bis 10 Meter von hölzernen und Fachwerkgebäuden sowie solchen, welche mit Stroh oder Schindeln gedeckt sind, entfernt aufgestellt werden. Bei heftigem Winde muß die Arbeit sistirt werden, wenn der Wind die Richtung von der Locomobile zu dem Gebäude hat; in geschlossenen, allseitig von Gebäuden umgebenen Höfen darf deshalb bei starkem Winde niemals gearbeitet werden.

Beim Arbeiten im Freien, wenn z. B. die Locomobile zum Betriebe der Dreschmaschine auf dem Felde benutzt wird, muß die Aufstellung eine derartige sein, daß das von der Dreschmaschine abgeführte Stroh sich von der Locomobile entfernt, nicht aber dieser genähert wird; die Feuerungsseite der Locomobile muß von der Dreschmaschine abgewendet sein. Das zu dreschende Getreide darf nicht zwischen beiden Maschinen, sondern muß zur Seite der Dreschmaschine herangeführt werden. Die Aufstellung soll derartig gewählt sein, daß der Wind nicht in der Richtung derselben, sondern von der Seite kommt. Die Diemen werden am angemessensten auf der Windseite errichtet, so daß sie von etwa brennenden Kohlentheilen niemals getroffen werden können; ihr Abstand von der Locomobile soll mindestens 12 Meter betragen. Bei sehr heftigem Winde muß der Betrieb auch im Freien eingestellt werden.

4. Der Betrieb in ökonomischer Beziehung.

Die möglichste Ersparung an Brennmaterial sowie die gute Erhaltung der Maschine hängen ebenso sehr von der Behandlung als von der Bauart derselben ab; es werden deßhalb die wichtigsten Momente für eine correcte Behandlung der Locomobile hier zu erörtern sein.

Regeln für das Heizen eines Dampfkessels werden nur ganz allgemeine Gesichtspunkte erörtern können, da sich die Heizkunst schlechterdings nicht aus Büchern lernen läßt. Ein geschicktes Heizen bewirkt ganz erhebliche Ersparungen an Brennmaterial[1]) und man kann fast behaupten, daß ein

1) Das wissen am besten die englischen Locomobilfabrikanten, welche eigene Leute für das Betreiben der Locomobilen auf Concurrenzen halten, denen oft weit eher als ihren Maschinen der gewonnene Preis gebührt.

guter Heizer an einem mangelhaften Kessel ökonomischer arbeitet, als ein schlechter Heizer an einem guten Kessel. Die wichtigsten Regeln für das Heizen sind, daß die Feuerthür nur möglichst kurze Zeit geöffnet bleibe, daß stets nur kleine Mengen Heizmaterial aufgegeben und gleichmäßig auf dem Roste vertheilt werden, daß für einen gesicherten und ausgiebigen Luftzutritt durch die Rostspalten gesorgt werde, so daß kein Sticken der Flamme stattfinde. Das Brennmaterial muß möglichst hoch auf dem Roste aufgegeben werden, so daß sich neu aufgeschüttetes Material schnell entzündet.

Die Wärmeabgabe an die Heizfläche des Kessels wird durch Rußansatz, namentlich an den Sieberöhren, wesentlich beeinträchtigt, da das Wärmeleitungsvermögen des Rußes fast hundertmal geringer ist als das des Eisens. Es muß demnach das Reinigen der Röhren je nach Erforderniß bewerkstelligt werden, zu welchem Zwecke man sich zumeist der Bürsten aus Stahldraht bedient, die eine Verwendung ohne Beseitigung des Feuers gestatten [1]).

In Betreff der Behandlung der Maschine ist namentlich darauf aufmerksam zu machen, daß das Schmieren der Lager, Excenterringe, Geradführungen u. s. w. stets mit größter Sorgsamkeit ausgeführt werden muß. Der Maschinist muß sich häufig durch Anfühlen dieser Theile zu überzeugen suchen, ob dieselben hinlänglich mit Oel gespeist werden. Laufen dieselben warm und kann durch Schmieren keine Abhülfe geschafft werden, so liegt dies entweder an zu festem Anziehen der Lager, Excenterringe u. s. w. oder an einer fehlerhaften Ausführung derselben. Im ersteren Falle löst man die Lagerschrauben oder Keile um ein Geringes, jedoch nur so weit, daß kein Schlottern eintritt; bei Fehlern in der Ausführung muß ein Nachpassen oder ein Ersatz der betreffenden Theile durch einen Monteur erfolgen.

Ueberhaupt kann es nur jedem Locomobilbesitzer dringend gerathen werden, die Maschine alljährlich, auch wenn anscheinend keine directe Veranlassung vorliegt, durch einen geschickten Maschinentechniker in allen ihren Theilen untersuchen zu lassen. Die regelmäßige Revision der inneren Theile, namentlich des Kolbens, der Schieber und der Ventile, ist durchaus erforderlich, wenn man die Gewißheit erlangen will, daß die Maschine ökonomisch arbeitet und eine gute Dauer derselben gesichert sein soll. Die Schieber werden im Laufe der Zeit undicht und hat dies

---

1) Es wird auch empfohlen, die Sieberöhren zur Beseitigung des Rußes mittelst Dampf auszublasen, zu welchem Zwecke eine eigene Sieberohrspritze von Herrn A. Dülken in Düsseldorf construirt wurde. Ueber die Wirksamkeit derselben ist mir leider nichts bekannt geworden.

einen verstärkten Dampfverbrauch zur Folge, wodurch die Kosten des Betriebes sich erheblich vertheuern[1]). Der ländliche Arbeiter, dem die Bedienung der Maschine anvertraut ist, ist ganz ungeeignet, hier Abhülfe zu schaffen, weßhalb die Zuziehung eines Monteurs, am besten rechtzeitig vor der alljährlichen Inbetriebsetzung, z. B. für die Dreschmaschine, entschieden nothwendig ist[2]).

Das geeignetste Dichtungsmaterial für Stopfbuchsen sind geflochtene und in geschmolzenem Talg getränkte Hanfflechten, welche nach Entfernung der alten, häufig verbrannten Flechte um die Kolbenstange, Schieberstange 2c. gewickelt und fest eingetrieben werden. Durch Anziehen der Stopfbuchsenschrauben erreicht man einen vollkommen dichten Abschluß. Zum Dichten von Flantschenverbindungen sind am besten Scheiben aus Gummi mit Hanfeinlage zu empfehlen. Nur diejenigen Flächen, welche eine ganz bestimmte Lage bedingen, wie z. B. die Dichtungsflächen des Cylinderdeckels, oder solche Theile, welche häufig ohne großen Zeitverlust geöffnet und wiederum dicht geschlossen werden müssen, wie z. B. die Verschlüsse der Ventilkasten an den Pumpen, werden aufgeschliffen und ohne Dichtungsmaterial, lediglich mit einer dünnen Talgschicht bestrichen, befestigt. Das Mannloch und die Reinigungsluken werden am besten durch Hanfflechten mit Mennigekitt, d. h. einer innigen Verbindung von Mennige, Bleiweiß und Firniß, gedichtet.

5. Die Aufstellung der Locomobilen.

Die Aufstellung der Locomobile zum Betriebe erfolgt auf festem Boden, z. B. einem gepflasterten Hofe, unmittelbar, auf weichem Boden am vortheilhaftesten auf zwei Bohlen, welche ein Einsinken der Maschine verhüten. Zu beachten ist, daß die Längenachse des Kessels horizontal und das Schwungrad im Loth stehen müssen; ferner ist auf den Stand der Arbeitsmaschine Rücksicht zu nehmen, derartig, daß beide Riemenscheiben, die treibende und getriebene, in einer Verticalebene liegen. Ein wiederholtes Herabgleiten des Riemens läßt stets, wenn derselbe an-

---

1) Der Heizer berichtet in diesem Falle dem Besitzer regelmäßig, „daß die Kohlen immer schlechter werden".

2) Uebrigens giebt es eine Anzahl recht guter Schriften, welche selbst dem Laien vortreffliche Aufklärung über die Behandlung der Dampfmaschinen geben und namentlich die von dem Heizer selbst auszuführenden Arbeiten, wie z. B. das Dichten der Stopfbuchsen und anderer Theile lehren, so daß jedem Locomobilbesitzer die Anschaffung solcher populärer Werke nur empfohlen werden kann. Das vorzüglichste Werk dieser Gattung ist: Der Führer des Maschinisten von E. F. Scholl; Braunschweig.

gemessen gespannt ist, auf eine fehlerhafte Stellung der Maschinen zu einander schließen.

Zum Feststellen der Locomobile bedient man sich der Holzkeile, welche vor die Räder geschlagen werden. Genügt dies nicht, so empfiehlt es sich, die Keile der Vorder- und Hinterräder durch eine Strebe gegen einander zu verspreizen oder die Klötze mit Spannschrauben zu versehen, welche von den Locomobilfabrikanten gewöhnlich mit der Maschine geliefert werden.

Soll der Kessel zum Zwecke des Transportes entleert werden, so ist zu beachten, daß man den Ablaßhahn erst während der Fahrt öffnet oder beim Stillstande das Wasser mittelst einer Rinne genügend weit weg leitet, damit ein Erweichen des Bodens und Einsinken der Maschine in denselben verhütet werde.

e) Die Betriebskosten der Locomobilen.

Die Preise der Locomobilen weichen nicht unerheblich von einander ab, was um so deutlicher hervortritt, wenn man nicht die Angabe der Pferdekräfte, sondern die für die Leistung maßgebenden Abmessungen der Maschinen zu Grunde legt.

Die nachfolgend aufgeführten Preise können jedoch als mittlere angenommen werden, da dieselben nach den Preislisten (vom Jahre 1878) der hervorragendsten Fabrikanten zusammengestellt wurden:

	Mit einem Cylinder.				Mit zwei Cylindern.		
Nominelle Pferdekraft. .	4	6	8	10	10	12	14
Preise in Mark	3700	4500	5400	6000	6700	7500	8600

Die Betriebskosten zerfallen in die Tageskosten, d. h. die Kosten, welche unmittelbar bei der Inbetriebsetzung entstehen und diejenigen Kosten, welche auch zu decken sind, wenn die Maschine nicht in Betrieb ist, als Verzinsung, Amortisation und Reparaturen.

Die Tageskosten setzen sich wie folgt zusammen:

1) Die Kosten des Heizmaterials. Eine Locomobile guter Construction erfordert pro Stunde und effective Pferdekraft im Durchschnitte 3.5 Kilogramm Steinkohle mittlerer Qualität [1]). In dem Folgenden wird

---

1) Bei den Prüfungen auf Ausstellungen oft viel weniger und zwar bis 1 Kilogramm pro Stunde und effective Pferdekraft; diese Resultate sind aber für die Praxis durchaus nicht maßgebend, da z. B. die englischen Locomobilen eigens für die Preisheizungen construirt werden, die Kessel absolut frei von Schlamm und

stets angenommen, daß die Maschine von nominell n Pferdekraft stets nur auf n effective Pferdekraft in Anspruch genommen wird. Unter der Voraussetzung, daß 1000 Kilogramm Steinkohle 30 Mark kosten, ergeben sich somit die Kosten des Heizmaterials pro Tag (10 Arbeitsstunden):

Pferdekraft	4	6	8	10	10	12	14
Kohlenverbrauch in Kilogramm	140	210	280	350	350	420	490
Heizkosten in Mark	4.20	6.30	8.40	10.50	10.50	12.60	14.70

2) Die Kosten für Schmiermaterial, Hanf, Kitt, Putztücher u. s. w. können je nach der Stärke und Cylinderzahl der Maschine mit 1 bis 1.50 Mark pro Tag in Anrechnung gebracht werden.

3) Der Lohn des Maschinisten kann im Durchschnitte auf 3 Mark pro Tag berechnet werden.

4) Kohlen- und Wasserzufuhr. Dieselbe wird nur in Betracht kommen, wenn die Maschine im Freien arbeitet und richten sich alsdann die Kosten nach der Stärke der Maschine und der Entfernung von dem Wirthschaftshofe. Genaue Ziffern für dieselbe lassen sich nicht aufstellen; in keinem Falle werden dieselben aber 6 Mark pro Tag und Maschine überschreiten. Lassen wir dieselben hier unberücksichtigt, so stellen sich die sämmtlichen Tageskosten des Betriebes folgendermaßen (in Mark):

Pferdekraft	4	6	8	10	10	12	14
Heizkosten	4.20	6.30	8.40	10.50	10.50	12.60	14.70
Schmiermaterial ꝛc.	1.00	1.00	1.20	1.20	1.50	1.50	1.50
Lohn des Maschinisten	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Zusammen:	8.20	10.30	12.60	14.70	15.00	17.10	19.20

Die laufenden Kosten, welche auf die Zahl der jährlichen Arbeitstage zu vertheilen sind, bestehen in

1) Verzinsung des Anlagekapitals, welche nach dem durchschnittlichen Zinsfuße mit 6 Procent in Ansatz zu bringen ist;

2) Amortisation des Anlagekapitals. Da eine gute Locomobile erfahrungsmäßig eine längere Dauer als 10 Jahre besitzt, so wird eine Abschreibung von jährlich 10 Procent des Anlagekapitals nicht zu niedrig erscheinen;

3) Reparaturen. Locomobilen aus soliden Fabriken, mit den

Kesselstein sind, die Verbrennung von geschicktester Seite geleitet wird u. s. w. Vergl. hierüber auch Radinger, Die Dampfkessel (der Wiener Weltausstellung), Seite 86; Wien 1874 und die Bemerkungen von M. Eyth im landwirthschaftlichen Centralblatte für Deutschland, Jahrgang 1873, Band II, Seite 350.

nöthigen Reservetheilen ausgerüstet, auf welche bei dem Ansatze der Beschaffungskosten bereits Rücksicht genommen wurde, erfordern — eine sachverständige Behandlung vorausgesetzt — nur wenig Reparaturen. In der Regel muß jedoch nach fünfjährigem Betriebe eine neue Feuerkiste eingesetzt werden, deren Kosten den sechsten Theil der Anschaffungssumme betragen. Dies ergiebt, auf die zehnjährige Betriebsdauer vertheilt, pro Jahr den sechzigsten Theil oder etwa 1.7 Procent der Anschaffungskosten. Dieser Betrag wird noch vermehrt durch die kleineren Reparaturen, als Ersatz der Wasserstandsgläser, Nachschleifen der Schieber und Ventile, Einziehen neuer Sieberöhren u. s. w. Erfahrungsmäßig betragen die jährlichen Reparaturkosten einschließlich der erwähnten größeren Reparatur nicht mehr als 2 Procent der Anschaffungskosten, welcher Betrag hier in Ansatz gebracht werden soll.

Es müssen demnach für Zins, Amortisation und Reparaturen jährlich 18 Procent der Anschaffungskosten berechnet und diese auf die Zahl der jährlichen Arbeitstage vertheilt werden. Mit Hinzurechnung der oben specificirten Tageskosten stellen sich alsdann die täglichen Betriebskosten der Locomobile, unter der Annahme, daß die Maschine 50, 100, 150, 200 und 250 Tage im Jahre in Function ist, wie in folgender Tabelle angegeben:

Tabelle über die täglichen Betriebskosten der Locomobilen (in Mark).

	Mit einem Cylinder.				Mit zwei Cylindern.		
Pferdekraft	4	6	8	10	10	12	14
Bei 50 jährlichen Arbeitstagen .	21.53	26.50	32.04	36.30	39.12	44.10	50.16
„ 100 „ „ .	14.86	18.40	22.32	25.50	27.06	30.60	34.68
„ 150 „ „ .	12.64	15.70	19.08	21.90	23.04	26.10	29.52
„ 200 „ „ .	11.53	14.35	17.46	20.10	21.03	23.85	26.94
„ 250 „ „ .	10.86	13.54	16.49	19.02	19.83	22.50	25.40

Danach ergeben sich die täglichen Kosten pro Pferdekraft bei einer jährlichen Betriebsdauer von z. B. 150 Tagen:

Tägliche Betriebskosten pro effective Pferdekraft	3.16	2.62	2.39	2.19	2.31	2.18	2.11

Es ist ersichtlich, daß die Kosten in dem Maße geringer werden, als die Stärke der Maschine zunimmt, daß jedoch ein erheblicher Unterschied zwischen den Betriebskosten der Locomobilen von 8 bis 12 Pferdekraft, wie sie in der Landwirthschaft vornämlich verwendet werden, nicht stattfindet. Setzen wir die täglichen Betriebskosten pro Pferdekraft im Durchschnitte gleich 2.30 Mark, so kosten 100,000 Meterkilogramm 0.09 Mark

und erhält man für 1 Mark die Leistung von (rund) 1,175,000 Meterkilogramm. Bei 50 jährlichen Betriebstagen würden sich die Betriebskosten der Locomobile von 8 bis 12 Pferdekraft auf rund 3.80 Mark ergeben, wonach 100,000 Meterkilogramm 0.14 Mark kosten würden und erhielte man für 1 Mark die Leistung von (rund) 710,500 Meterkilogramm [1]).

Im Allgemeinen kann man für Dampfmaschinen jeder Art annehmen, daß die Betriebskosten um so niedriger ausfallen:

1) je anhaltender der Betrieb ist;

2) je stärker, innerhalb gewisser practischer Grenzen, die Maschine ist;

3) je höher das Speisewasser vermittelst der abgehenden Dämpfe oder Heizgase vorgewärmt ist;

4) je höher die Spannung ist, mit welcher der Dampf in den Cylinder eintritt;

5) je größer, innerhalb gewisser practischer Grenzen, die Kolbengeschwindigkeit ist;

6) je vortheilhafter der Füllungsgrad gewählt wird. Derselbe beträgt für Locomobilen von 8 bis 12 Pferdekraft bei 4 bis 6 Atmosphären Dampfspannung etwa 0.3, ist aber veränderlich, und zwar namentlich nach dem Preise des Heizmaterials. Je niedriger derselbe ist, desto größer kann der Füllungsgrad mit Vortheil gewählt werden.

---

1) Es liegt nahe, hier eine Kostenberechnung der Arbeitsleistung einer Locomobile mit veränderlicher Expansion anzuschließen, um zu ermitteln, wie hoch sich die Einheitsleistung bei verschiedenen Expansionsgraden stellt. Ein derartiger Calcul hat jedoch nur einen Werth, wenn ihm eine bestimmte Maschine zu Grunde gelegt wird und der Dampfverbrauch sowie die Arbeitsleistung mit Hülfe von Indicatordiagrammen festgestellt werden können. Andernfalls erhält man eine große Anzahl von Zahlen, welche auch nicht für einen einzigen Fall der Praxis einen Werth besitzen.

II. Abschnitt.

Die Transmissionen 1).

Einleitung.

Die Transmissionen oder Zwischenmaschinen dienen zur Uebertragung der Bewegung von der Kraftmaschine auf die Arbeitsmaschine, wobei zumeist eine Aenderung ihrer Richtung und Geschwindigkeit erforderlich ist. Fast immer ist es die rotirende Bewegung, welche auf die Arbeitsmaschine zu leiten ist und bedient man sich hierzu vornämlich der Transmissionswellen und der Räder (Frictionsräder, Riemenscheiben, Seiltransmissionen, Zahnrad- und Kettentransmissionen). Von diesen gestatten die Seiltransmissionen die Uebertragung der Bewegung auf sehr beträchtliche Entfernungen, während die übrigen angeführten Maschinentheile nur directe Uebertragungen auf geringe Entfernungen zulassen, wenn nicht die Verluste durch Reibung zu beträchtlich ausfallen sollen. Wir müssen demnach dem Seilbetriebe besondere Aufmerksamkeit schenken, da gerade für die Landwirthschaft ein derartiges Betriebsmittel dringendes Bedürfniß ist, vornämlich um von einer stationären Dampfmaschine aus (z. B. der Dampfmaschine der Brennerei) die Kraft auf beliebige Entfernung und in jeder Richtung ableiten zu können. Durch geschickte Benutzung dieser Transmission ist man häufig in der Lage, die Hindernisse, welche einer Verwendung der feststehenden Dampfmaschine in der Landwirthschaft entgegenstehen, zu beseitigen, so daß allein die Vorzüge, welche dieselbe gegenüber der Locomobile besitzt (vergl. S. 92), zur Geltung kommen. Für Uebertragungen auf große Entfernungen ist bis jetzt die Drahtseiltransmission die einzige, welche für landwirth-

---

1) Zum Studium der Transmissionen eignen sich am vorzüglichsten die Werke: Der Constructeur von F. Reuleaux, dritte Auflage; Braunschweig 1869 und der dritte Theil von Weisbach's Ingenieur- und Maschinenmechanik, bearbeitet von G. Hermann; Braunschweig 1876. Hier kann selbstverständlich nur eine kurze Uebersicht der für die Landwirthschaft wichtigsten Transmissionen gegeben werden.

schaftliche Zwecke unbedingt empfohlen werden kann; alle übrigen Systeme der Uebertragung auf größere Distancen, wie z. B. die Wassertransmissionen und die Transmissionen mittelst comprimirter Luft sind noch nicht weit genug ausgebildet und im Falle ihrer Brauchbarkeit, die ja außer Zweifel steht, noch zu complicirt und zu kostspielig, um mit Vortheil für unsere Zwecke Verwendung finden zu können. Ich zweifle aber durchaus nicht daran, daß es in nicht zu langer Zeit gelingen wird, zuverlässige, einfache und billige Wassertransmissionen herzustellen, mit welchen sich der Betrieb landwirthschaftlicher Maschinen von einem feststehenden Motor aus weit vortheilhafter gestalten würde wie bisher [1]).

Wir haben uns, bis dieses Ziel erreicht ist, auf die Besprechung der oben angeführten Transmissionen zu beschränken, also der Wellen mit ihrem Zubehör und der Räder.

A. Die Transmissionswellen.

Unter einer Transmissionswelle versteht man eine Achse, welche zur Uebertragung der rotirenden Bewegung von einem Punkte der Achse auf einen anderen dient. Auf der ganzen Länge zwischen den Punkten, an welchen einerseits der Motor antreibt und andererseits die Arbeitsmaschine von der Welle ihren Betrieb erhält, wird diese auf Torsion in Anspruch genommen; überdies wird die Welle auch durch ihr Eigengewicht sowie dasjenige der Riemenscheiben u. s. w. und durch die Spannung der Riemen, den Räderdrucken u. s. w. auf Bruch in Anspruch genommen. Diese letztere Inanspruchnahme kann jedoch fast immer vernachlässigt werden, da sie im Vergleiche zu der aus dem Verdrehungsmomente resultirenden nur gering ist.

Zur Stützung der Transmissionswellen dienen die Lager, welche die Welle tragen, ihr jedoch die Drehung gestatten. Bei längeren Wellenleitungen pflegt man die Entfernung der Lager auf 2.5 bis 3 Meter zu nehmen. Derjenige Theil der Welle, welcher unmittelbar von dem Lager umgriffen wird, heißt ein Zapfen, und zwar ein Halszapfen, wenn er innerhalb des der Torsion ausgesetzten Wellentheiles liegt, ein Stirnzapfen, wenn er außerhalb des Krafteintrittes und Kraftaustrittes liegt, somit nicht auf Torsion, sondern nur auf Abbrechen in Anspruch genommen wird.

---

1) In neuester Zeit ist bekanntlich auch mehrfach von electromagnetischer Transmission auf große Entfernungen die Rede gewesen. Die Möglichkeit, daß diese künftighin für die Praxis verwendbar sein werde, ist keineswegs ausgeschlossen; vorläufig müssen wir jedoch uns noch an unsere bisherigen Transmissionsmittel halten.

Stehende Wellen führen häufig den Namen Spindeln (z. B. Mühlspindel); die Unterstützungszapfen derselben, welche den Druck in der Achsenrichtung aufnehmen, heißen Spurzapfen, die Unterstützungen selbst Spurlager.

Vorwiegend werden die Wellen aus Schmiedeeisen gefertigt; nur ganz ausnahmsweise wird ein anderes Material, wie Gußeisen oder Holz, benutzt.

Bezeichnet

d den Wellendurchmesser in Millimetern,

P die verdrehende Kraft in Kilogramm,

r den Hebelsarm derselben in Millimetern,

N die Anzahl der von der Welle übertragenen Pferdekräfte,

n die minutliche Tourenzahl,

so lautet die Formel zur Bestimmung der Wellenstärke mit bloßer Rücksicht auf die Inanspruchnahme auf Torsion für schmiedeeiserne Wellen:

$$d = 4.13 \sqrt[4]{Pr} = 120 \sqrt[4]{\frac{N}{n}}$$

Hiernach ist folgende Tabelle berechnet:

d	Pr	$\frac{N}{n}$	d	Pr	$\frac{N}{n}$
30	2776	0.004	70	82280	0.115
35	5142	0.007	75	108430	0.151
40	8773	0.012	80	140367	0.196
45	14053	0.020	85	178888	0.259
50	21418	0.030	90	224842	0.314
55	31359	0.044	95	279126	0.390
60	44413	0.062	100	342694	0.478
65	61173	0.085	110	501738	0.710

Beispiele: Welchen Durchmesser erhält eine Transmissionswelle, die 4 Pferdekraft bei 100 minutlichen Touren zu übertragen hat?

Es ist $\frac{N}{n} = 0.04$, mithin d = 55 Millimeter.

Wie stark muß die schmiedeeiserne Trommelwelle einer Dreschmaschine sein, wenn dieselbe 16 Pferdekraft mit 1000 Umdrehungen pro Minute aufnimmt?

Es ist $\frac{N}{n} = 0.016$, somit d = 43 Millimeter. Wird diese Welle aus Stahl gefertigt, so genügt nach Reuleaux eine Stärke von 43. 0.88 = (rund) 38 Millimeter. Mit Rücksicht auf die beim Betriebe der Dreschmaschine unvermeidlichen Stöße giebt man jedoch der Stahlwelle einen Durchmesser von 45 bis 50 Millimeter.

Man wählt die Stärke der Welle stets so gering, als dies mit Rücksicht auf die Festigkeit derselben zulässig erscheint, da andernfalls die Kosten nicht nur der Welle, sondern auch der zugehörigen Lager,

Kuppelungen u. s. w. sich höher stellen, auch die Arbeit der Zapfenreibung mit der Größe des Zapfenumfanges wächst. Aus vorstehenden Beispielen ist ersichtlich, welchen erheblichen Einfluß die Umdrehungsgeschwindigkeit der Welle auf die erforderliche Stärke derselben ausübt; man wird demnach stets dafür sorgen, daß die Wellen mit nicht zu geringer Tourenzahl umlaufen. Für Transmissionswellen empfiehlt sich im Durchschnitte eine Geschwindigkeit von 60 bis 100 Umdrehungen pro Minute.

Sehr empfehlenswerth ist es, die Transmissionswellen auf ihrer ganzen Länge in gleicher Stärke herzustellen, und zwar durch sorgfältiges Abdrehen. Nur in diesem Falle ist man im Stande, die Lager, Riemenscheiben und Kuppelungen (Verbindungstheile zweier Wellenstöße) beliebig auf der Welle zu verschieben, wodurch das Montiren sowie eine Umstellung der betriebenen Arbeitsmaschinen wesentlich erleichtert werden. Gegen seitliche Verschiebung werden die Wellen durch Stellringe gesichert, welche mittelst je einer Schraube auf der Welle, dicht an den Lagern, befestigt werden. Das vollständige Abdrehen der Welle macht dieselbe freilich kostspieliger als das Eindrehen der Lagerzapfen und Andrehen der Stellen, auf welchen Räder aufgesetzt werden; bei Anlagen, welche im Laufe der Zeit geändert werden könnten, wählt man trotzdem die erstere kostspieligere aber allein empfehlenswerthe Methode.

Nachfolgende Zusammenstellung giebt die Gewichte und Preise[1]) der Wellen von 30 bis 100 Millimeter Stärke an.

Durchmesser der Wellen. Millimeter.	Gewichte pro laufendes Meter. Kilogramm.	Preise pro laufendes Meter. Mark.	Durchmesser der Wellen. Millimeter.	Gewichte pro laufendes Meter. Kilogramm.	Preise pro laufendes Meter. Mark.
30	5.48	3.85	65	25.81	16.05
35	7.46	4.60	70	29.82	19.75
40	9.74	6.60	75	34.36	20.80
45	12.33	8.20	80	38.95	23.70
50	15.22	10.00	85	43.98	26.75
55	18.53	12.00	90	49.30	29.95
60	21.91	14.50	100	60.86	34.95

Aus practischen Gründen, namentlich mit Rücksicht auf die andernfalls erschwerte Erzeugung, giebt man den einzelnen Wellenstücken eine Länge von nur 5 bis höchstens 6 Meter und verbindet je nach Erforderniß eine Anzahl derartiger Wellenstücke.

---

1) Die Preise nach dem Kataloge von Gendebien & Naumann in Bockenheim (1876).

a) Die Kuppelungen.

Unter einer Kuppelung versteht man die Verbindung zweier Transmissionswellen von derartiger Anordnung, daß die Drehung des einen Wellentheiles die Mitnahme des anderen bewirkt. Wir unterscheiden

1) feste Kuppelungen, welche stets die Uebertragung der Bewegung bewirken;

2) lösbare oder Ausrückkuppelungen, welche eine Auslösung der getriebenen Welle während des Ganges gestatten;

3) Gelenkkuppelungen, welche innerhalb gewisser Grenzen eine Aenderung des Achsenwinkels zwischen der treibenden und der getriebenen Welle ermöglichen.

1. Feste Kuppelungen.

Eine der verbreitetsten Constructionen der festen Kuppelung ist die auf Taf. V, Fig. 1 dargestellte Scheibenkuppelung[1]). Sie besteht aus zwei gußeisernen, mit langen Naben versehenen Scheiben, welche auf den beiden zu verbindenden Wellenenden aufgekeilt und mittelst 3 bis 4 Schrauben (bei Wellen über 100 Millimeter Durchmesser mit 5 bis 7 Schrauben) befestigt werden.

Taf. V, Fig. 2. Klauenkuppelung, System Sharp, zu der Gruppe der festen Kuppelungen gehörend, jedoch eine geringe Längsverschiebung gestattend. Wird eine solche beabsichtigt, so rücken die in einander greifenden Sectoren der beiden Hälften mehr oder weniger auseinander. Da zwischen den Zähnen ein geringer Spielraum verbleibt, so gestattet diese Kuppelung auch eine kleine Beweglichkeit in der Achsenrichtung, ohne daß hierdurch schädliche Pressungen entstehen. Nur ist es in dem Falle, daß die Achsen nicht genau zusammenfallen, erforderlich, den treibenden Wellentheil dicht an der Kuppelung zu lagern und läßt man ferner das eine Wellenende in die Bohrung der anderen Kuppelungshälfte um ein Geringes eintreten, um die getriebene Welle angemessen zu unterstützen.

---

1) In Amerika war diese Kuppelung früher sehr verbreitet; man ist jedoch in neuerer Zeit wieder von derselben abgegangen und wendet jetzt allgemein über beide Wellenenden geschobene Muffenkuppelungen an, welche in verschiedener, oft überaus sinnreicher Weise mit einer Einrichtung zum Centriren beider Wellen versehen sind. Eine eingehende Beschreibung dieser, von unseren Fabrikanten bisher nur ausnahmsweise benutzten Kuppelungen befindet sich in Prof. Radinger's Bericht über die Dampfmaschinen und Transmissionen der Weltausstellung zu Philadelphia, Seite 324 u. f.; Wien 1878.

2. Lösbare Kuppelungen.

Taf. V, Fig. 3 lösbare (Ausrück-)Kuppelung. Jede Hälfte ist auf der Stoßfläche mit mehreren schraubenförmigen Zähnen versehen; diejenige der treibenden Welle a ist durch eine Feder gezwungen, sich stets mit der Welle zu drehen, läßt sich aber mit Hülfe des gabelförmigen Hebels b auf der Welle verschieben, dergestalt, daß sie nach Belieben mit der losen Kuppelungshälfte c der zu treibenden Welle in und außer Eingriff gebracht werden kann und so den Betrieb auf diese übermittelt oder nicht. Wegen der eingreifenden Zähne heißt diese Gattung auch Zahnkuppelung. Die schräge Form der Zähne bewirkt, daß die Uebertragung nur bei der Drehung in einem Sinne stattfindet, in entgegengesetztem nicht. In der Regel wird dies bezweckt, z. B. wenn die Arbeitsmaschine nur in einer bestimmten Richtung umgehen darf, oder bei Maschinen, deren Theile von Fahrrädern aus in Rotation versetzt werden. Hier tritt beim Zurückziehen der Zugthiere selbstwirkend ein Stillstand des Arbeitsmechanismus ein. Ein- und Ausrückung ist, eine richtige Form der Zähne vorausgesetzt, selbst bei schneller Umdrehung der Welle möglich.

3. Gelenkkuppelungen.

Man versteht unter dieser Bezeichnung Kuppelungen, welche eine Aenderung des Achsenwinkels zwischen der treibenden und getriebenen Welle gestatten. Ihre vornämlichste Anwendung finden dieselben zur Uebertragung der Arbeit eines Göpels mit Hülfe der Kuppelungsstange (vergl. Fig. 24 Seite 59). Sie führen auch den Namen Hooke'scher Schlüssel, Universalgelenk, Universalklaue oder Klauenkuppelung[1]. Taf. V, Fig. 4 zeigt diese Verbindung in zwei Ansichten; jedes Wellenende nimmt ein gabelförmiges Stück a auf, während die Verbindung durch ein Mittelstück b gebildet wird. Dieses besteht aus zwei sich mit ihren Achsen rechtwinklig kreuzenden Zapfen, welche in den beiden Gabelstücken normal zu den Wellenachsen eingesetzt sind.

Bei der Benutzung dieser Gelenkkuppelung ist zu beachten, daß bei Uebertragung der Bewegung unter Ablenkung der getriebenen Welle von der treibenden die Geschwindigkeit der beiden Wellen nicht übereinstimmt, vielmehr bei gleichförmiger Drehung der treibenden Welle die getriebene sich abwechselnd mit größerer

1) Erfinder dieser Kuppelung ist der Italiener Cardano (1501—1576), während der Engländer Hooke (1635—1702) dieselbe nur benutzte. (Reuleaux, a. a. O. Seite 261.)

und geringerer Geschwindigkeit dreht. Bezeichnen wir den Ablenkungswinkel mit α und die Drehwinkel der treibenden und getriebenen Welle mit ω und ω_1, so besteht zwischen denselben die Beziehung:

$$\frac{\text{tang } \omega_1}{\text{tang } \omega} = \cos \alpha.$$

Es stehen also nicht die Wege ω_1 und ω der Zapfenmitten des Stückes b sondern die Tangenten ihrer Drehungswinkel in einem constanten Verhältnisse, welches gleich ist dem Cosinus des Ablenkungswinkels. $\cos \alpha$ ist ein echter Bruch; es muß somit $\text{tang } \omega_1$ stets kleiner als $\text{tang } \omega$ sein, d. h. es muß im ersten und dritten Quadranten ω_1 kleiner, im zweiten und vierten Quadranten dagegen größer als ω sein [1]). Jedenfalls ergiebt sich und wird namentlich aus der untenstehenden Tabelle ersichtlich, daß bei geringen Ablenkungen, etwa bis 20 Grad, die periodischen Schwankungen derartig unbedeutend sind, daß die Benutzung dieser Kuppelung durchaus statthaft erscheint. Vergrößert man jedoch den Winkel beträchtlich, so wird die Uebertragung der Bewegung eine derartig ungleichmäßige, daß heftige Stöße und Beschädigungen der Maschinen unvermeidlich sind.

Die Beziehung der Winkelgeschwindigkeiten w und w_1 ist

$$\frac{w_1}{w} = \frac{\cos \alpha}{1 - \sin^2 \omega \sin^2 \alpha},$$

woraus sich als größter Werth $\frac{1}{\cos \alpha}$ und als geringster $\cos \alpha$ ergiebt [2]).

Man ist jedoch in der Lage, durch Benutzung zweier Universalgelenke den dargestellten Uebelstand des einfachen Gelenkes gänzlich zu

---

1) Die periodischen Schwankungen von der Periodenlänge 180° zeigt folgende Tabelle (nach Reuleaux):

ω	$\alpha = 10°$	20°	30°	40°
30°	29°38	28°29	26°34	23°51
45°	44°34	43°12	40°54	37°27
60°	59°34	58°26	56°22	53°04
90°	90°	90°	90°	90°
120°	120°26	121°34	123°38	126°56
135°	135°26	136°48	139°06	142°33
150°	150°22	151°31	153°26	156°01
180°	180°	180°	180°	180°

2) Eine ausführliche Entwicklung dieser Werthe in Weisbach's Ingenieur- und Maschinenmechanik, dritter Theil, zweite Auflage Seite 147 u. f.

beseitigen, und zwar durch Einschaltung einer Zwischenwelle c, Fig. 65, zwischen der treibenden Welle a und der zu treibenden b, unter der Bedingung, daß die Zwischenwelle mit a und b durch gleichgelegene Universalgelenke unter gleichem Achsenwinkel verbunden ist. Es wird in diesem Falle die Welle c in gleichmäßige Umdrehung versetzt.

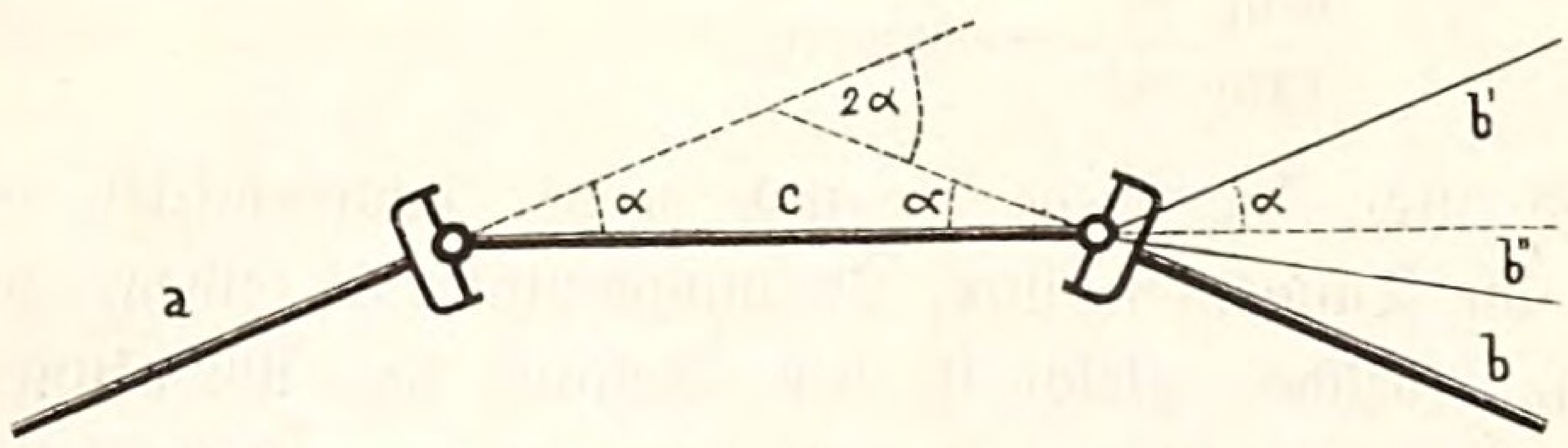


Fig. 65. Universalkuppelung mit Zwischenwelle.

Diese Bedingung gestattet eine mannigfaltige Lage der getriebenen Welle, z. B. die dargestellte, bei welcher der Ablenkungswinkel der Achsen a und b 2α beträgt, oder die Lage b', in welcher die beiden Achsen parallel liegen, oder die Lage b'' in einem Kegelmantel vom halben Spitzenwinkel α um die Zwischenwelle c. Die Universalgelenke müssen eine übereinstimmende Lage gegen die Wellen halten, d. h. gleichgelegen sein, worunter zu verstehen ist, daß gleichzeitig die den Wellen a und b angehörigen Querzapfen in den bezüglichen Ablenkungsebenen der Welle c von den Wellen a und b liegen. Werden diese Bedingungen erfüllt, so findet bei gleichförmiger Drehung der treibenden Welle auch eine solche der getriebenen statt.

Für die Aufstellung der Göpeldreschmaschinen mit liegenden Göpeln, bei welchen die Universalgelenke allgemein benutzt werden, ist eine Beachtung der hier aufgeführten Principien durchaus erforderlich, wenn der Ablenkungswinkel einigermaßen beträchtlich ausfällt, oder wenn mit Hülfe doppelter Universalklauen eine vollständige Gleichmäßigkeit der getriebenen Welle erzielt werden soll [1].

b) Die Lager.

Die Lager, welche die Wellenzapfen umschließen und denselben gleichzeitig die Achsendrehung gestatten, müssen stets derartig angeordnet sein, daß die Reibung am Umfange des Zapfens möglichst niedrig ausfällt.

---

1) In Folge einer von dem Vereine zur Beförderung des Gewerbfleißes in Preußen gestellten Preisaufgabe wurde eine größere Anzahl von Universalgelenken construirt, welche die Bedingung erfüllen, daß eine Veränderung der Winkelgeschwindigkeit der getriebenen Welle nicht stattfindet. Leider sind alle diese — zumeist höchst sinnreichen — Lösungen derartig complicirt, daß sie für unsere Zwecke nicht Verwendung finden können. Eine Beschreibung dieser Universalgelenke befindet sich in der Zeitschrift des genannten Vereines, Jahrgang 1865.

Hierdurch wird es erreicht, daß sowohl der Verlust an mechanischer Arbeit als auch die Abnutzung so weit als möglich herabgezogen werde. Bei der geringen Länge, welche die Lagerzapfen bei uns zumeist erhalten, und der steifen Anordnung der Lager ist es erforderlich, den der Reibung ausgesetzten Theil des Lagers aus einem weichen Material herzustellen wodurch die Abnutzung sich nur oder vornämlich auf diesen erstreckt, während der Zapfen unangegriffen bleibt. Trifft man gleichzeitig die Einrichtung, daß nach erfolgter Abnutzung ein Nachstellen bez. eine Erneuerung ohne Schwierigkeiten und letzteres ohne erhebliche Kosten ermöglicht wird, so wird das Lager den zu stellenden Anforderungen am besten entsprechen. Aus diesem Grunde versieht man den Lagerkörper mit den Lagerschalen oder Lagerpfannen, Taf. V Fig. 5, welche gewöhnlich aus Bronze oder Rothguß, einer Metalllegirung von 80 Theilen Kupfer, 18 Theilen Zinn und 2 Theilen Zink, bestehen, zuweilen auch aus einer leichtflüssigen Legirung, dem sog. Weißguß, gefertigt werden (50 Th. Antimon, 30 Th. Blei, 20 Th. Zink). Letzterer gewährt den Vortheil, daß man die Pfanne unmittelbar in den Zwischenraum zwischen dem Lagerkörper und dem eingelegten Zapfen eingießen kann; derselbe eignet sich jedoch nur für Lager, welche keine hohen Drucke zu erleiden haben und deren Zapfengeschwindigkeit nicht zu beträchtlich ist. In diesem Falle sind auch Lagerpfannen aus besonders harten Hölzern verwendbar, namentlich aus Pockholz, welches in Folge der harzigen Beschaffenheit des Holzes eine sehr glatte Oberfläche annimmt und bei nur wenigem Schmieren die Reibungsfläche stets geschmeidig erhält.

Für langsam gehende Wellen und geringe Drucke genügt es zumeist, das Zapfenlager aus Gußeisen herzustellen und zwar zweitheilig, sobald eine Abnutzung zu erwarten ist, welche im Laufe der Zeit ein Nachstellen erforderlich macht. Für Wellen, welche nur zeitweilig, z. B. zum Zwecke der Einstellung, gedreht werden, genügt dagegen das geschlossene Lager, d. h. die Ausbohrung des gußeisernen Körpers entsprechend dem Zapfendurchmesser.

In neuerer Zeit beginnen übrigens in Betreff der vortheilhaftesten Anordnung der Lager einige von den bei uns geltenden, wesentlich abweichende Anschauungen Platz zu greifen und zwar in Folge der Einführung amerikanischer Lager, welche in vieler Hinsicht beachtenswerthe Eigenthümlichkeiten zeigen. Charakteristisch für diese ist zunächst die Beweglichkeit der Lagerbuchse, wodurch die Möglichkeit geboten ist, den Zapfen lange Auflageflächen zu geben. Die Länge derselben beträgt den drei- bis vierfachen Durchmesser, so daß der Druck pro Flächeneinheit sehr niedrig ausfällt. Die Welle dreht sich in einer Oel-

schicht, da diese in Folge des geringen Druckes nicht zur Seite ausgepreßt wird. Bronzeschalen werden hierdurch vollständig überflüssig und finden bei den amerikanischen Transmissionswellen auch keine Verwendung.

Wie gering die Abnutzung dieser Lager ist, geht daraus hervor, daß einzelne hervorragende Fabrikanten dieselben geschlossen herstellen, so daß eine Nachstellung nicht möglich ist. Uebrigens hat bereits die Erfahrung zu Gunsten dieser langschaligen, beweglichen und auch in der Höhe stellbaren Lager gesprochen; es kann demnach wohl angenommen werden, daß in nicht zu langer Zeit eine allgemeine Einführung derselben bei uns und damit eine vollständige Reform der bisher üblichen Transmissionen stattfinden werde.

In manchen Fällen kann es auch für schnell gehende Wellen angezeigt erscheinen, den Lagerkörper kurzer Zapfenlager nur mit einer geschlossenen, also aus einem Stücke gefertigten Buchse zu versehen, z. B. wenn die Maschine muthmaßlich ungeübten Arbeitern anvertraut werden muß, welche das immerhin einige Sachkenntniß erfordernde Nachstellen mit Hülfe der Lagerschrauben (Taf. V Fig. 5) nicht in rechter Weise oder rechtzeitig bewerkstelligen. In diesem Falle wird es vorzuziehen sein, nach erfolgter Abnutzung die Buchse zu erneuern, was gemeinhin nur geringe Kosten verursacht und namentlich keine Zeitverluste, wenn man sogleich bei Beschaffung der Maschine für den event. Ersatz an Lagerbuchsen Sorge getragen hat.

Um die Reibung nach Möglichkeit zu reduciren, muß, wie bereits erwähnt (Seite 160), der Zapfen den zulässig geringsten Durchmesser erhalten, ferner die technische Ausführung von Zapfen und Lager eine vorzügliche sein und endlich eine Schmiervorrichtung angebracht sein, welche eine regelmäßige Zufuhr von Oel zu dem sich drehenden Zapfen ermöglicht[1]). Als ein weiteres Erforderniß muß hervorgehoben werden, daß die Lager gegen das Eindringen fremder Körper, z. B. Sand, nach Möglichkeit gesichert sind und endlich, daß ein selbstthätiges Lösen der Deckelschrauben nicht stattfinden kann. Auf letzteres ist namentlich bei den Lagern solcher Maschinen zu achten, welche in ihrem Gange Stößen und Erschütterungen ausgesetzt sind, wie dies bei einer größeren

---

1) Bezeichnet Q den auf dem Zapfen lastenden Druck in Kilogramm, d den Durchmesser desselben in Centimetern, u die minutliche Tourenzahl und φ den Reibungscoefficienten, so ist der Effectverlust durch Reibung bei liegenden Zapfen

$$L_r = 0.000523\ u\ \varphi\ Q\ d \text{ Meterkilogramm,}$$

und bei $\varphi = 0.08$ (Coefficient der Zapfenreibung bei schmiedeeisernen Zapfen auf Rothgußpfannen in geschmiertem Zustande).

$$L_r = 0.000042\ u\ Q\ d \text{ Meterkilogramm.}$$

Zahl wichtiger landwirthschaftlicher Maschinen, namentlich der Mähemaschinen, der Fall ist. Hier muß durchaus mit Hülfe einer sogenannten Schraubenversicherung, z. B. durch Anwendung von Gegenmuttern, welche gegen die Hauptmuttern fest angezogen werden und diese am Drehen verhindern, eine willkürliche Lösung verhütet werden.

Als Beispiel von Lagern für horizontale Wellen sei hier angeführt das Stehlager für Zapfen von 30 bis 200 Millimeter Durchmesser Taf. V Fig 5 (nach Reuleaux' fast allgemein adoptirter Form), dessen Gewichte und Preise nachfolgende Uebersicht angiebt:

Durchmesser des Zapfens. Millimeter.	Annäherndes Gewicht einschl. der Metallpfannen. Kilogramm.	Preis mit Metallpfannen. Mark.	Durchmesser des Zapfens. Millimeter.	Annäherndes Gewicht einschl. der Metallpfannen. Kilogramm.	Preis mit Metallpfannen. Mark.
30	4.25	7.70	70	25.70	32.05
40	6.20	11.50	80	37.50	44.45
50	10.60	16.85	90	50.90	58.50
60	16.15	23.35	100	66.40	71.45

In manchen Fällen, z. B. bei den Lagern der Schwungradwelle horizontaler Dampfmaschinen, also auch der Locomobilen, empfiehlt es sich, die Lagerschalen dreitheilig herzustellen, da bei dem Gange der Maschine der Zapfendruck abwechselnd nach der einen und anderen Seite gerichtet ist, während das Gewicht der Welle mit dem Schwungrade eine dritte Pressung, und zwar stets nach unten ausübt.

Taf. V, Fig. 6 und 7 Wandlager, Consollager, zur Befestigung an einer verticalen Wand eingerichtet, Fig. 8 und 9 Hängelager mit Befestigungsplatte über dem Lager, um dieses an der Decke des Wellenraumes zu verschrauben. Der Lagerdeckel wird mit Hülfe eines Keiles angetrieben und durch eine Klemmschraube, welche in einem verticalen Schlitze des Deckels verschiebbar ist, festgehalten.

Taf. V, Fig. 10 Durchschnitt eines Halslagers (Gabellagers) für stehende Wellen, Fig. 11 Durchschnitt und Grundriß eines Spurlagers (Fußlagers).

Schmiervorrichtungen für Lager. Bedingung für die Lager-Schmiervorrichtungen bei landwirthschaftlichen Maschinen ist, daß dieselben mit dicht schließenden Deckeln versehen sind, um das Eindringen von Staub und anderen fremden Körpern, wie Erde, Stroh u. s. w. sicher zu verhüten, und daß dieselben das Oel zuverlässig, jedoch möglichst ökonomisch, dem zu schmierenden Zapfen zuführen. Ferner muß von allen Künsteleien bei den Schmierapparaten grundsätzlich abgesehen werden, da diese bei oft nur zweifelhaften oder sehr geringen Vortheilen den

Nachtheil der Complication und der erhöhten Kosten für sich haben. Die gewöhnliche, ganz practische Lager-Schmiervorrichtung Fig. 66 besteht aus einem auf dem Lagerdeckel aufgesetzten Oelbehälter, in welchem sich

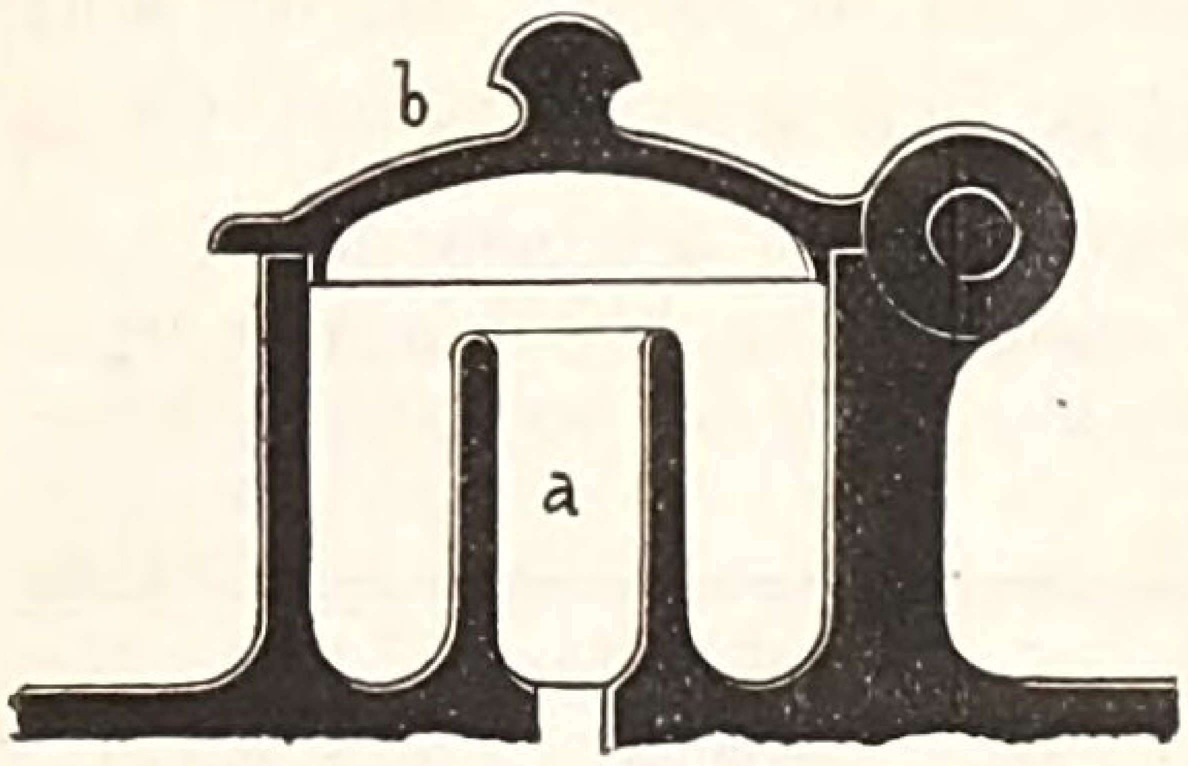


Fig. 66. Schmiergefäß eines Lagerdeckels.

ein nicht ganz bis oben reichendes Rohr a befindet, dessen Bohrung durch den Lagerdeckel bis zum Zapfen fortgesetzt ist. Ein Docht, welcher einerseits in dem Oelbehälter und andererseits möglichst tief in der Bohrung endigt, führt dem Zapfen das Schmiermaterial zu. Oben ist der Oelbehälter mit einem dicht schließenden Deckel b versehen, welcher in dem Falle, daß die Maschine starken Erschütterungen ausgesetzt ist, durch eine Feder gegen unbeabsichtigtes Oeffnen geschützt wird. Der diesem Apparate vorgeworfene Nachtheil, daß er auch beim Stillstande der Welle dem Zapfen Schmiere zuführt, somit eine Verschwendung an solcher zur Folge hat, trifft in der Regel nicht zu, da beim Stillstande sehr bald eine Stockung des Oelzuflusses stattfindet, und zwar in Folge von Verdickung des Oeles zwischen dem Zapfen und den Pfannen. Jedenfalls functionirt der Apparat weit zuverlässiger und auch nicht verschwenderischer als diejenigen Oeltropfapparate, welche nur in dem Falle in Wirkung kommen sollen, daß der Zapfen rotirt. Wenn auch bei denselben gewöhnlich ein Schmieren verhütet werden kann, sobald der Zapfen stillsteht, so ist doch kein einziger derselben derartig zuverlässig, daß er auch mit Sicherheit schmiert, wenn der Zapfen sich dreht.

Die Lagerpfannen oder Buchsen müssen mit, von dem Schmierloche ausgehenden und angemessen weiten Nuthen versehen sein, welche das eingebrachte Oel über der ganzen Zapfenfläche vertheilen; dieselben dürfen jedoch nicht bis zu den Enden der Pfannen geführt sein, um die Schmiere nicht aus dem Lager hinaus zu leiten.

B. Die Transmissionsräder.

Die Transmissionsräder dienen zur Uebertragung der rotirenden Bewegung von einer Welle auf eine andere, kommen demnach stets im paarweisen Zusammenhange vor. Ihre Anordnung ist zunächst verschieden je nach Lage der beiden Achsen, welche parallel zu einander, sich schneidend oder windschief zu einander liegen können. Die Räder selbst sind entweder Frictionsräder (Reibungsräder) oder Zahnräder, und zwar

unterscheidet man in jeder dieser Gruppen Räder mit unmittelbarer Uebertragung und solche mit mittelbarer Uebertragung. Hiernach können die sämmtlichen Transmissionsräder in folgender Weise eingetheilt werden:

1) Frictionsräder mit unmittelbarer Uebertragung, kurzweg Frictionsräder genannt;

2) Frictionsräder mit mittelbarer Uebertragung, Riementransmissionen, Seiltransmissionen;

3) Zahnräder mit unmittelbarer Uebertragung, kurzweg Zahnräder genannt;

4) Zahnräder mit mittelbarer Uebertragung, Kettenräder.

Bezeichnen in Fig. 67 R und r die Halbmesser zweier Transmissionsräder A und B, von denen das eine unmittelbar oder mittelbar das andere in Umdrehung versetzt, ferner U die Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades A und u diejenige des Rades B, so besteht bei gleichförmiger Bewegung des treibenden Rades die Beziehung

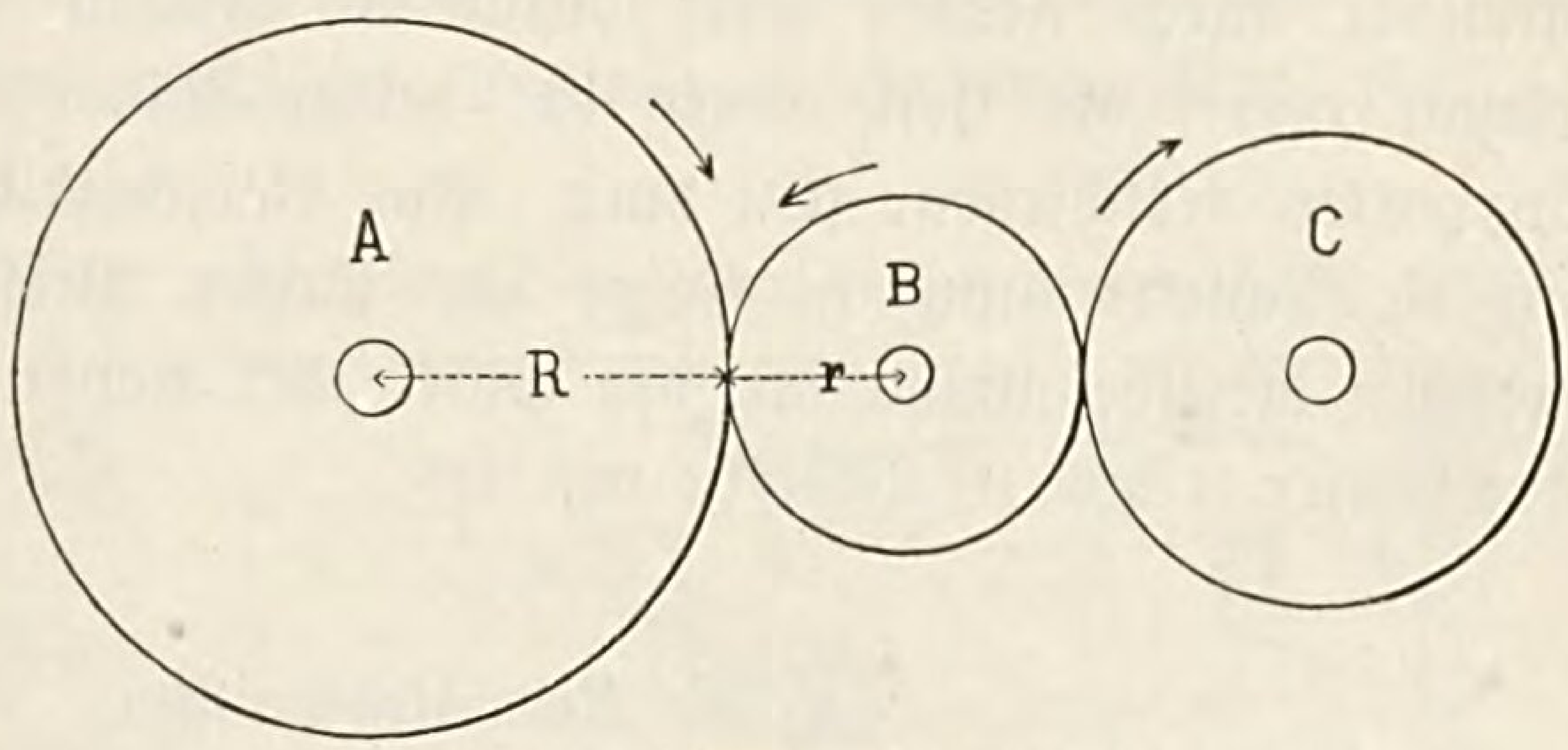


Fig. 67. Rädertransmission.

$$R : r = u : U,$$

d. h. die Umdrehungsgeschwindigkeiten zweier Achsen, welche durch Transmissionsräder verbunden sind, verhalten sich umgekehrt wie die Halbmesser (bez. Durchmesser) dieser Räder.

Die Rädertransmission gestattet in bequemer Weise eine Aenderung der Bewegungsrichtung. Bei unmittelbarem Eingriffe der Räder A und B drehen sich beide Achsen in entgegengesetzter Richtung; wird mit B ein drittes Rad C in Eingriff gebracht, so dreht sich dieses im Sinne von A. Bei mittelbarer Uebertragung durch Riemen oder Ketten nach der Taf. V, Fig. 13 dargestellten Methode, offene Riemen, dreht sich die getriebene Scheibe in der nämlichen Richtung wie die treibende, bei den gekreuzten Riemen Fig. 14 in entgegengesetztem.

Die Frictionsräder, bei welchen die Bewegung unmittelbar, d. h. durch bloße Berührung der Radumfänge erzeugt wird, finden in neuerer Zeit bei landwirthschaftlichen Maschinen nur geringe Anwendung, während dieselben in früherer Zeit häufig als letztes Vorgelege zum Betriebe der

Trommelwelle bei Göpeldreschmaschinen benutzt wurden. Bedingung für die Möglichkeit des Betriebes durch Frictionsräder ist, daß dieselben mit derartiger Kraft P in radialer Richtung zusammengepreßt werden, daß die erzeugte Reibung mindestens gleich der zu übertragenden Kraft Q (am Umfange) ist. Es besteht somit die Beziehung

$$P = \frac{Q}{\varphi},$$

wenn φ den Reibungscoefficienten bezeichnet. Letzterer kann für Eisen auf Eisen im Mittel = 0.2 gesetzt werden, so daß sich für eiserne Reibungsräder

$$P = 5\,Q$$

ergiebt. Dieser zur Bewegungsübertragung nothwendige Druck wird entweder durch Federn oder durch an Hebeln angreifende Gewichte erzeugt, wobei die Achse eines der beiden Räder mit ihren Lagern in Supporten verschiebbar sein muß. Ein Nachtheil der Frictionsräder ist, daß die Achsenreibung in Folge der starken Pressung sehr beträchtlich ausfällt; dieselbe nimmt mit der Stärke der Achsen zu und beträgt nach Reuleaux 3 bis 10 Procent von Q[1]).

a) Die Riementransmission.

Die beiden, allgemein verbreiteten Methoden der Riementransmission, die offenen und gekreuzten Riemen, sind auf Taf. V, Fig. 13 und 14 dargestellt; man bezeichnet dieselben als selbstleitende Riementriebe, d. h. als solche, bei welchen die Uebertragung ohne Vermittlung von Leitrollen stattfindet. Bei richtiger Stellung der beiden Riemenscheiben zu einander darf der Riemen nicht von den Scheiben herabgleiten, vorausgesetzt, daß er in angemessener Weise gespannt ist. Bedingung für die Selbstleitung des Riementriebes ist, daß die Mittellinie des auf einer Scheibe auflaufenden Riemens in die Mittelebene der Riemenscheibe

1) Zu der Gruppe der Frictionsräder gehören auch die sog. Keilräder, bei welchen die Umfänge mit einer Anzahl ringförmig eingedrehter Nuthen von keilförmigem Querschnitte versehen sind, während die erhabenen Ringe des einen Rades in die entsprechenden Nuthen des anderen eingreifen. Ferner die Lamellenräder von Brauer mit in der Achsenrichtung verschiebbaren Ringen, welche beim Ineinandergreifen mittelst seitlicher Pressung eine derartige Reibung erzeugen, daß die Kraftübertragung stattfinden kann. Dieselben wurden anstatt des Zahnradvorgeleges bei Göpeldreschmaschinen in Anwendung gebracht; ob mit günstigem Erfolge, ist mir nicht bekannt geworden, weßhalb auch auf eine detaillirte Beschreibung verzichtet wird. (Diese Lamellenräder sind abgebildet und beschrieben u. A. im Oesterreichischen landwirthschaftlichen Wochenblatte, Jahrgang 1877 No. 43.)

fällt. Diese Bedingung wird auch bei der Riementransmission Taf. V, Fig. 15 und 16 erfüllt, bei welcher durch einen selbstleitenden Riemen zwei unter einem (zumeist rechten) Winkel gestellte Achsen verbunden sind. In diesem Falle muß die Verbindungslinie a b der beiden Ablaufspunkte in den Durchschnitt der beiden Radebenen fallen, wenn die Transmission ohne Zuhülfenahme von Leitrollen stattfinden soll. Die drei angeführten Riemenübertragungen sind die in der Praxis vorwiegend angewendeten; die Benutzung von Leitrollen, mittelst welcher man im Stande ist, die Riemen in der mannigfaltigsten Richtung zu führen, hat bei landwirthschaftlichen Maschinen bisher eine verhältnißmäßig geringere Verbreitung gefunden, so vortheilhaft mit denselben auch zuweilen die Zahnradtransmissionen ersetzt werden können. Als Beispiel einer derartigen Uebertragung mit Leitrollen anstatt der conischen Räder, um rechtwinklig zu einander gelagerte Wellen zu betreiben, kann Fig. 68 dienen, eine Anordnung, welche keiner weiteren Erläuterung bedarf. In Amerika ist dieselbe die fast allgemein übliche.

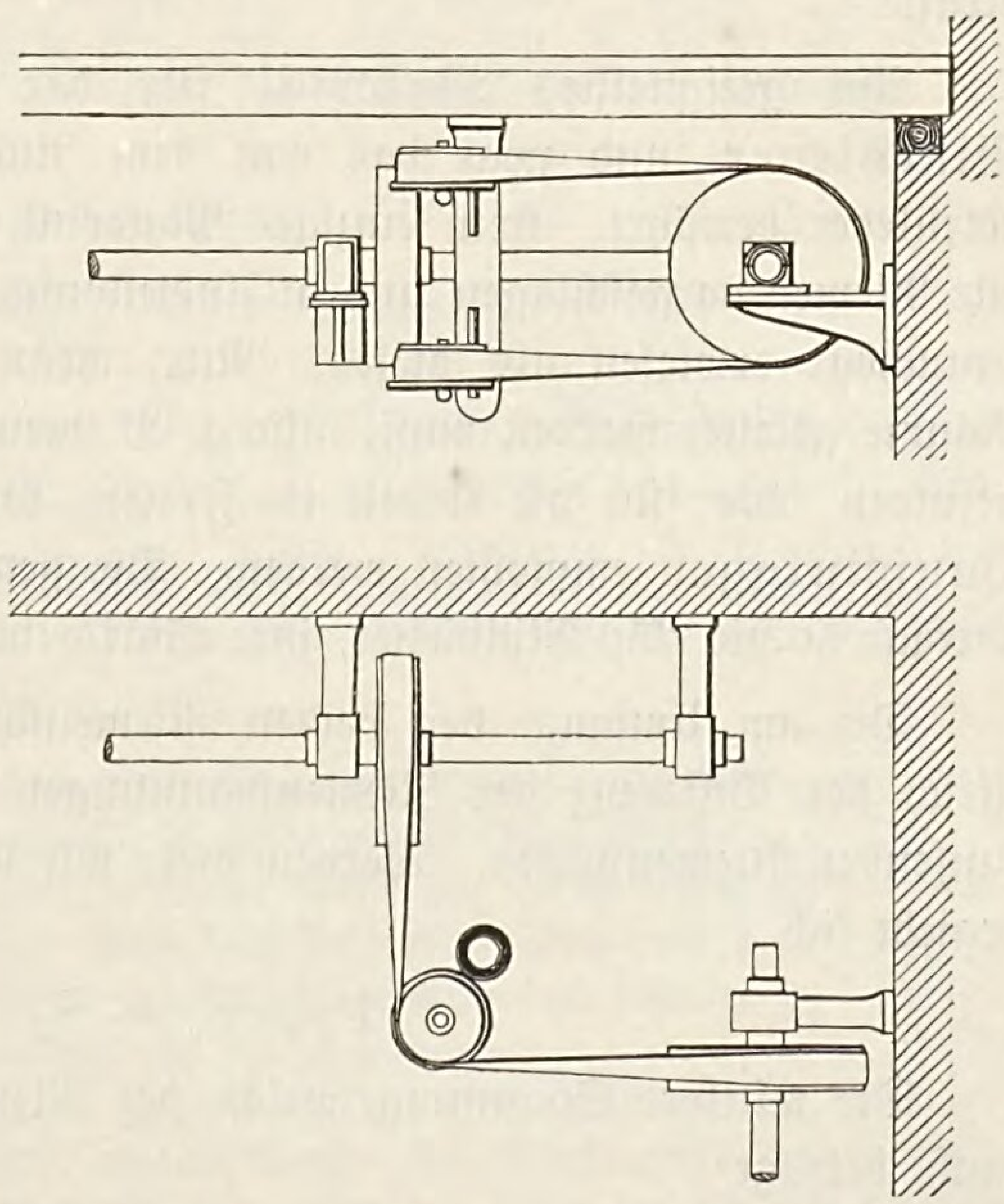


Fig. 68. Riementransmission mit Leitrollen.

Die Riemenscheiben werden vorwiegend aus Gußeisen und zwar in der Taf. V Fig. 13, 14 u. 15 gezeichneten Form gefertigt. Der Kranz wird schwach gewölbt, um ein Ablaufen des Riemens zu verhindern; die Speichen sind bei zumeist ovalem Querschnitte entweder gerade oder gekrümmt und wendet man die letzteren bei Riemenscheiben von großem Durchmesser an, um Gußspannungen nach Möglichkeit zu verhüten. Die Kränze der Riemenscheiben müssen glatt abgedreht und polirt werden; die ganze Scheibe sollte stets sorgfältig abbalancirt sein und absolut rund laufen. Nur in diesem Falle können erhebliche Effectverluste bei der Riemenübertragung vermieden werden. Um die Wellen und Lager nicht unnütz zu belasten, ist ferner zu verlangen, daß die Riemenscheiben mög-

lichst leicht, also namentlich mit dünnen Kränzen hergestellt sind, was freilich eine weit ausgebildete Gußtechnik voraussetzt. Ist diese vorhanden, so empfehlen sich auch die geraden Speichen mehr als die gekrümmten, da mit ersteren die Scheiben bei gleicher Widerstandsfähigkeit leichter ausfallen können. Bei mittelmäßiger Gußtechnik sind dagegen die letzteren aus dem bereits angegebenen Grunde vorzuziehen.

Hölzerne Riemenscheiben kommen ebenfalls häufig vor; ich habe niemals Nachtheile bei ihrer Verwendung gefunden und gewähren sie sogar den Vorzug vor gußeisernen Scheiben, daß man sie leicht in beträchtlicher Breite, nach Art von Walzen, herstellen kann, so daß eine Ableitung mehrerer Riemen von der nämlichen Trommel zulässig ist. Ueberdies sind sie leichter als eiserne Scheiben und belasten die Welle demnach weniger. In neuerer Zeit wendet man auch mit Vortheil schmiedeeiserne Riemenscheiben an, namentlich für die Uebertragung bedeutender Kräfte.

Als geeignetstes Material für die Riemen hat sich lohgares Rindsleder, und zwar das von dem Rücken der Thiere geschnittene Kernleder bewährt. Kein einziges Material, welches anstatt des Leders für Riemen vorgeschlagen und in Anwendung gebracht wurde, hat sich so brauchbar erwiesen als dieses. Nur, wenn der Riemen durch feuchte Räume geleitet werden muß, also z. B. wenn sich Dämpfe in denselben befinden, oder für die Arbeit im Freien, können Gummiriemen mit Hanfeinlagen empfohlen werden. Die gewöhnliche Breite der Riemen beträgt 50 bis 250 Millimeter, ihre Stärke im Durchschnitte 5 Millimeter.

Die am Umfange der beiden Riemenscheiben wirkende Kraft P ist gleich der Differenz der Riemenspannungen des auflaufenden und ablaufenden Riemenstückes. Werden diese mit bez. S_1 und S_2 bezeichnet, so ergiebt sich

$$P = S_1 - S_2.$$

Die mittlere Spannung, welche der Riemen im Ruhezustande haben muß, beträgt

$$S = \frac{S_1 + S_2}{2}.$$

Unter der Annahme, daß der Reibungscoefficient des Riemens auf der (gußeisernen) Scheibe gleich 0.28 ist, kann angenommen werden:

$$S_1 = 1.71\ P,$$
$$S_2 = 0.71\ P,$$
$$S = 1.21\ P.$$

Die Kraft P berechnet sich aus dem zu übertragenden Arbeitsmomente und der Riemengeschwindigkeit $= \frac{75\ N}{v}$, wobei N in Pferdekräften und v in Metern pro Secunde auszudrücken sind.

Für die Bestimmung der Breite des Riemens gilt als practische Regel, daß man bei einer Dicke von 5 Millimetern für jedes Millimeter Breite eine Spannung des auflaufenden Riemenstückes = 1 Kilogramm rechnet, oder wenn N die zu übertragenden Pferdekräfte und v die Geschwindigkeit in Metern bezeichnen,

$$b = 150\ \frac{N}{v}\ \text{Millimeter}$$

macht. Es wächst somit die Breite des Riemens proportional der zu übertragenden Arbeit und umgekehrt wie die Geschwindigkeit.

Beispiel: Wie breit muß der Riemen zur Uebertragung des Betriebes von einer Locomobile auf eine Dreschmaschine sein, wenn erstere mit 10 Pferdekraft arbeitet und die Riemenscheibe derselben bei 1.50 Meter Durchmesser 130 minutliche Umdrehungen macht?

Es ergiebt sich $v = 10.2$ Meter und somit

$$b = \frac{150\ .\ 10}{10.2} = 147\ \text{Millimeter.}$$

Man ersieht, daß die übertragbare Kraft eines Riemens begrenzt ist, und zwar in Folge des Umstandes, daß man demselben zumeist keine größere Breite als 250 Millimeter giebt. Doppelte, d. h. aus zwei Lagen über einander genähte Riemen sind wegen ihrer großen Steifigkeit im Allgemeinen nicht empfehlenswerth.

Zusatz. Während man bei uns den Riemen nur ausnahmsweise eine größere Breite als 250 Millimeter giebt, somit nicht im Stande ist, größere Kräfte durch Riemen zu übertragen, sind in Amerika Riemen von 1 bis 1.50 Meter Breite zur Uebertragung sehr beträchtlicher Kräfte vielfach in Anwendung. Man sucht dort durch eine vorzügliche Herstellung der Scheiben und Riemen sowie durch sorgfältiges Spannen des letzteren zu bewirken, daß sich derselbe durchaus gleichmäßig auf der Scheibe auflegt, wodurch es erreicht wird, daß der Riemen nicht allein in Folge der Spannung, sondern auch durch den Atmosphärendruck gegen die Scheibe gepreßt wird. Die Scheibe eilt dem darüber laufenden Riemen stets um ein Geringes vor, was zur Folge hat, daß die zwischen beiden befindliche Luft verdrängt wird und der Riemen durch den äußeren Ueberdruck dicht angepreßt wird. Soweit also die Festigkeit des Riemens es zuläßt und vorausgesetzt, daß die Auflagefläche des Riemens auf seiner Scheibe eine hinlänglich große ist, kann derselbe selbst bei geringer Gegenspannung sehr bedeutende Kräfte übertragen. Da die Auflagefläche des Riemens eine möglichst glatte sein muß, wenn das Auspressen der Luft in der angegebenen Weise erfolgen soll, so läßt man zumeist die dichtere und festere Haarseite und nicht wie bei uns die rauhere Fleischseite auf der Scheibe laufen. (Ausführlicheres über amerikanische Riementriebe enthält der angeführte Radinger'sche Bericht, Seite 285.)

Riemenverbindungen. Sehr schmale Riemen bis 25 Millimeter Breite werden mittelst Schnallen, Riemen von geringer Breite, d. h. bis 50 Millimeter, entweder durch sog. Riemenschrauben verbunden oder mittelst schmaler Lederstreifen, der Nähriemen, zusammengenäht; breitere Riemen sollten stets genäht werden. Von den zahllosen Riemenverbindungen, welche als Ersatz der Schrauben und des Nähens aufgetaucht sind, hat sich meines Wissens keine einzige nachhaltig bewährt, so daß von einer Aufführung derselben hier Abstand genommen wird. Bei den Verbindungen der Riemenenden ist namentlich darauf zu achten, daß der Riemenstoß nicht gegen die Scheibe läuft, vielmehr über derselben hinweggeht, da andernfalls der Riemen in kürzester Zeit stark beschädigt wird [1]).

Die Preise der Lederriemen werden zumeist nach dem Gewichte berechnet, und zwar für englische Kernlederriemen wie folgt:

Einfache Riemen.		Doppelte Riemen.	
Breite. Millimeter.	Preis pro Kilogramm. Mark.	Breite. Millimeter.	Preis pro Kilogramm. Mark.
bis 50	7.40	bis 75	8.40
„ 100	7.60	„ 150	8.48
„ 150	7.80	„ 250	8.60
über 150	8.00	über 250	8.80

Die annähernden Gewichte der einfachen Riemen von im Mittel 5 Millimeter Stärke sind aus nachfolgender Uebersicht zu entnehmen:

Breite. Millimeter.	Gewicht pro 100 Meter. Kilogramm.	Breite. Millimeter.	Gewicht pro 100 Meter. Kilogramm.
50	27.6	130	90
65	35.5	155	114
80	44.2	180	130
90	56.7	210	150
105	67.2	235	170
120	77.4	260	190

---

1) Rathsam ist es, neue Riemen vor der Benutzung durch eine künstliche Belastung, deren Größe gleich S_1 oder $\frac{128\ N}{v}$ zu nehmen ist, zu spannen, damit dieselben sich nicht während des Betriebes zu beträchtlich ausdehnen und in kürzester Zeit das immerhin zeitraubende Nachspannen erforderlich machen.

b) Die Drahtseiltransmission.

Die Uebertragung der rotirenden Bewegung durch endlose über zwei Rollen gespannte Drahtseile gestattet die Fortleitung größerer Kräfte auf sehr beträchtliche Entfernungen und zwar erfahrungsmäßig bis 1000 Meter. Der Verlust durch Reibung ist hierbei ein verhältnißmäßig geringer, namentlich kaum nennbar im Vergleiche mit den erheblichen Verlusten bei der Uebertragung der Bewegung durch lange Wellenleitungen oder Gestänge.

Das Princip der Drahtseiltransmission ist das der Riemenübertragung: das endlose Seil, welches in Folge seiner Schwere und des großen Abstandes der treibenden und getriebenen Scheibe stark durchhängt, erzeugt durch sein Gewicht die zur Uebertragung erforderliche Reibung; die Scheiben, in der Regel von gleichem Durchmesser, rotiren meistens mit beträchtlicher Umfangsgeschwindigkeit. Fast immer liegen die beiden Rollenachsen in wagerechter Ebene (Taf. V, Fig. 17); es ist dies jedoch keine Bedingung, da eine Neigung der Achsenebene den Betrieb ebenfalls gestattet.

Der geringste Abstand der Achsen von einander ist 16 Meter; hierbei müssen die Scheiben bereits einen beträchtlichen Durchmesser besitzen, wenn nicht zu bedeutende Effectverluste entstehen sollen. Bei großen Entfernungen, d. h. über 100 Meter, müssen Zwischenrollen zur Unterstützung des Seiles angebracht werden, weil andernfalls die Spannungen zu beträchtlich ausfallen, überdies das Seil starken Schwankungen ausgesetzt ist und zu sehr durchhängt. (Taf. V, Fig. 18.) Bei geringem Abstande der Scheiben genügt eine Unterstützung der auflaufenden Seilhälfte; bei größerem werden beide Hälften durch Tragrollen unterstützt. Fig 69 zeigt die Lagerung dieser Tragrollen in einem einfachen hölzernen Gerüst. Für sehr große Entfernungen ersetzt man die Tragrollen durch doppelte Seilscheiben oder Seilscheiben mit zwei Rinnen, deren Achsenabstand 90 bis 125 Meter beträgt, wendet demnach anstatt einer längeren eine Anzahl kürzerer, endloser Seiltransmissionen an.

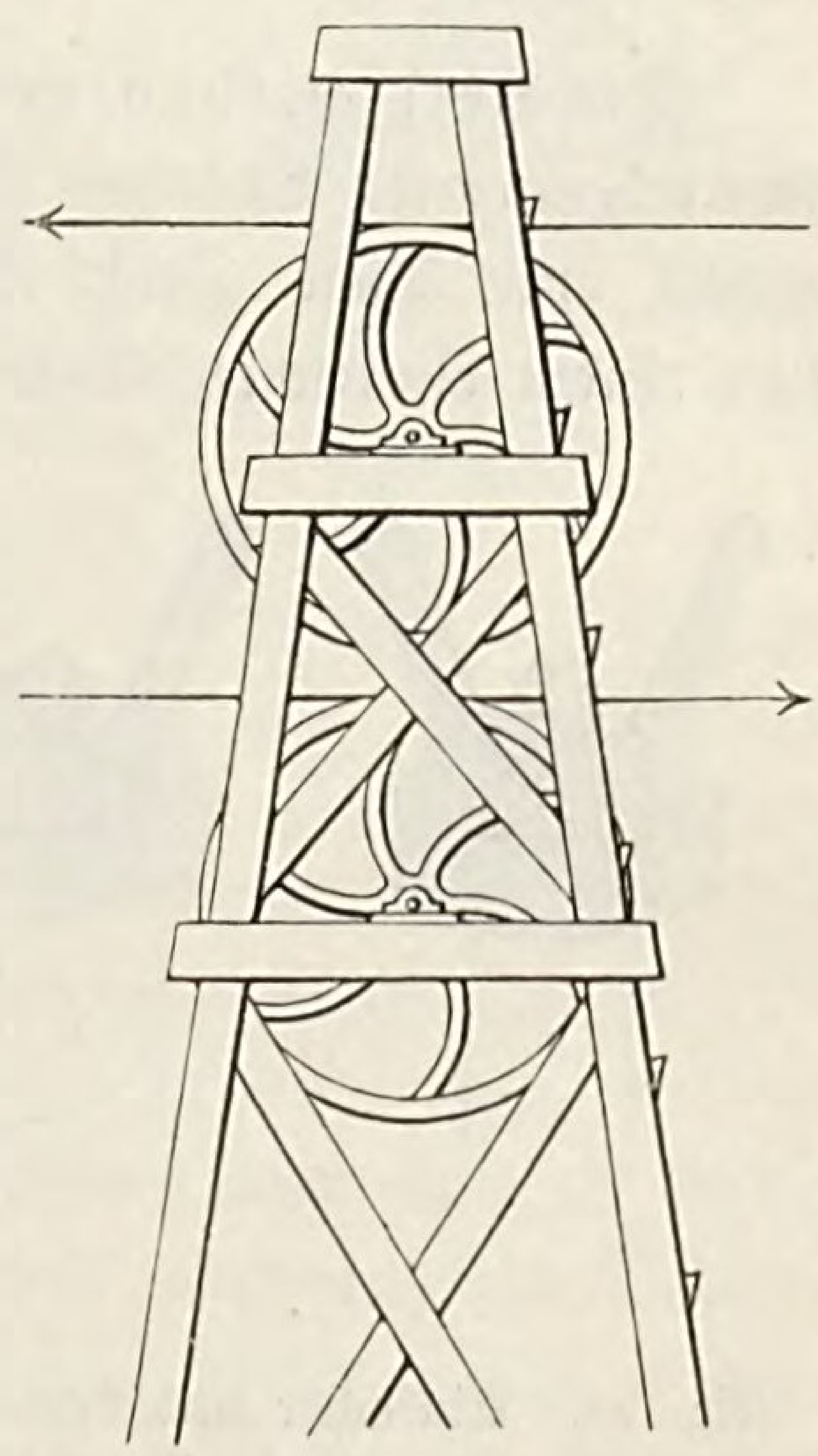


Fig. 69. Lagerung von Drahtseilscheiben.

(Taf. V, Fig. 19 in Seitenansicht und Grundriß.) Fig. 70 stellt eine Tragstation dieses zusammengesetzten Seilbetriebes dar [1]), und zwar mit gemauertem Pfeiler.

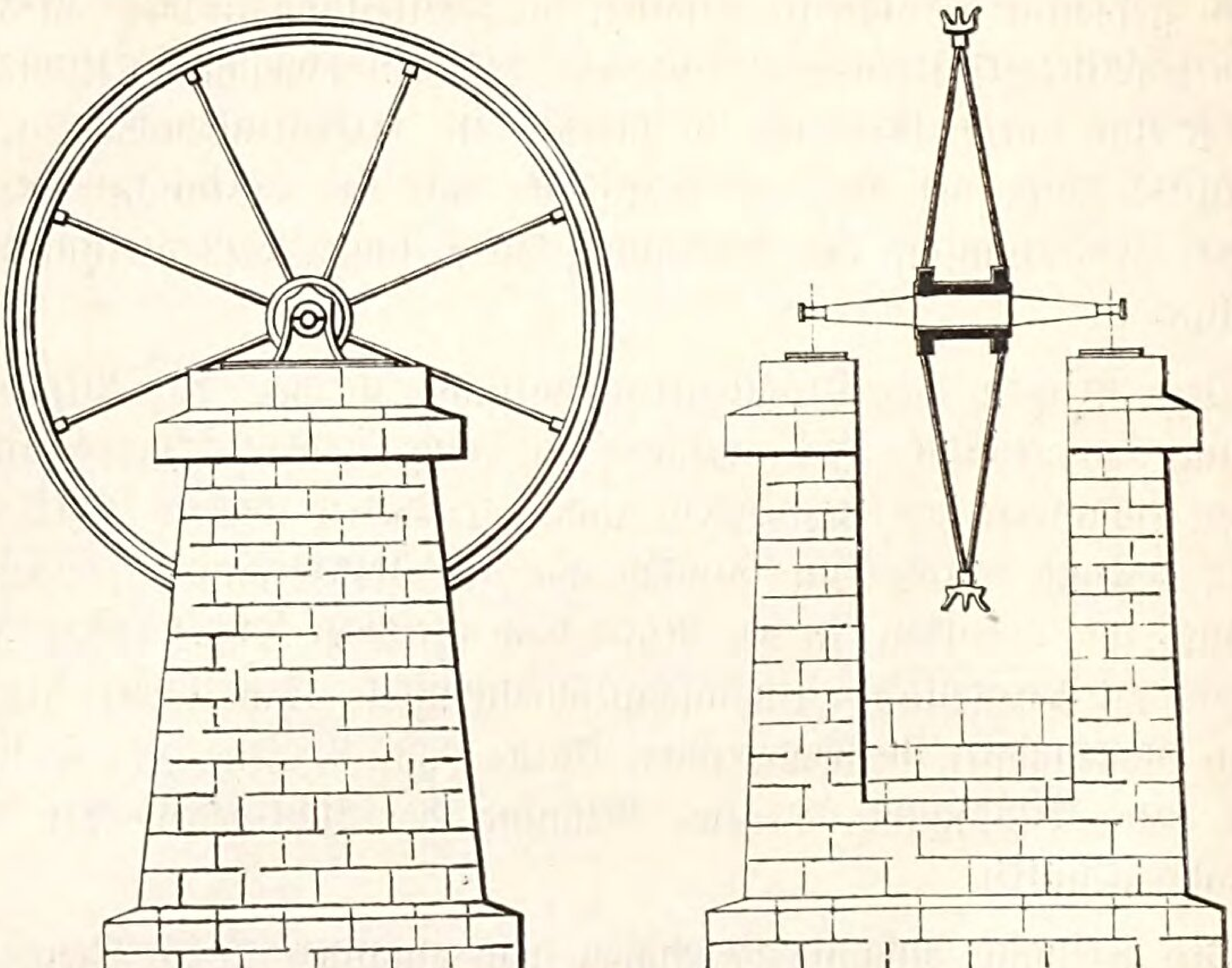


Fig. 70. Lagerung von Drahtseilscheiben.

Die Seilscheiben werden fast allgemein aus Gußeisen, zuweilen mit schmiedeeisernen Speichen gefertigt. Die Rinne, in welcher das Seil läuft, erhält eine Tiefe gleich etwa der dreifachen Seilstärke und wird häufig mit einem elastischen Material ausgefüttert. Als solches verwendet man Kork, Leder, Gummi, Guttapercha oder Holz. Bei richtiger Einlage haben sich alle diese Materialien gut bewährt; zur Holzfütterung benutzt man Hirnstücke von Pappel- oder Weidenholz, welche mit Leinöl getränkt werden. Fig. 71 giebt den Querschnitt eines einfachen und doppelten Scheibenkranzes, letzteren für den zusammengesetzten Seil-

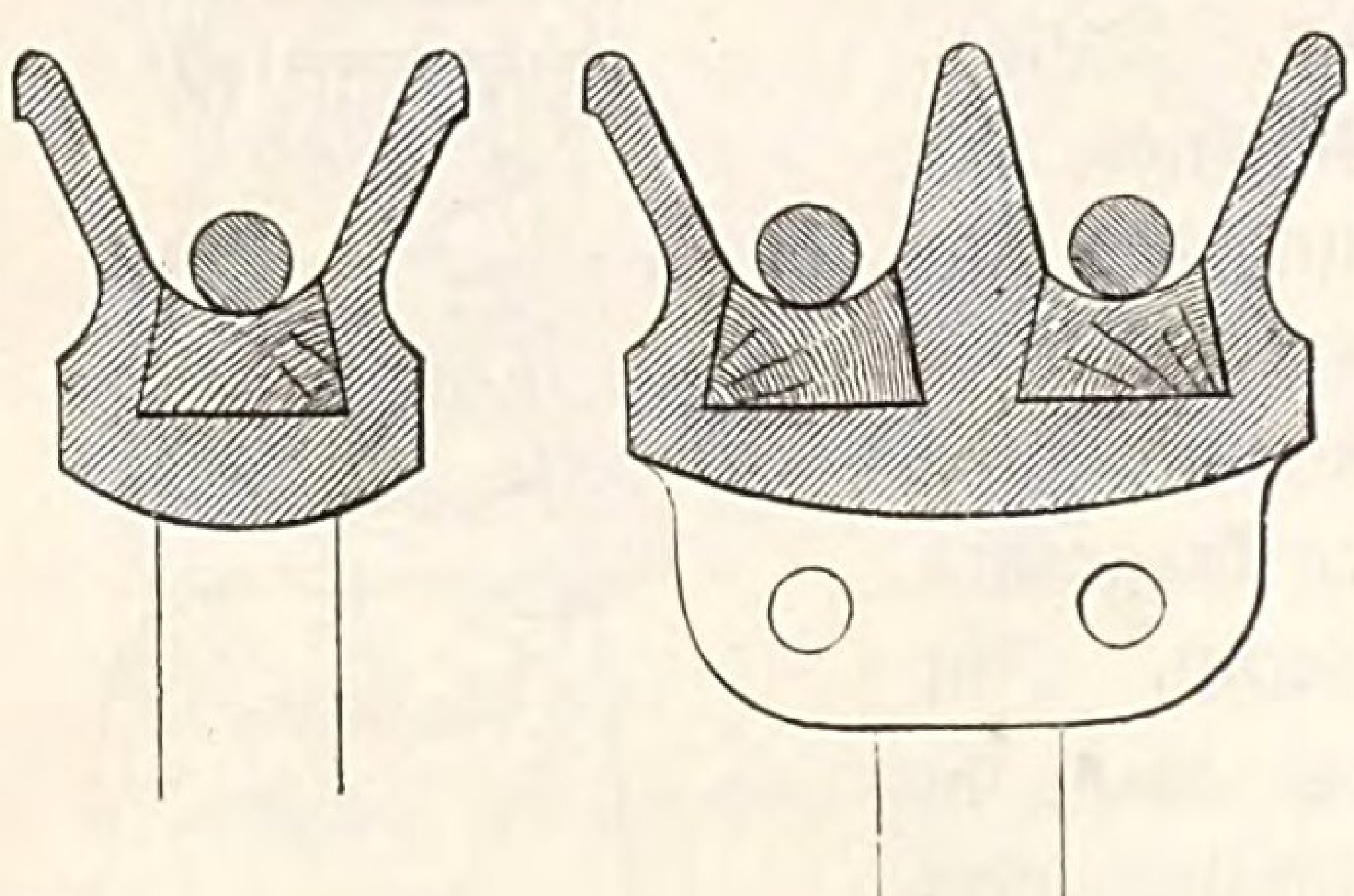


Fig. 71. Einfacher und doppelter Seilscheibenkranz; Querschnitt.

1) Nach Reuleaux a. a. O. Seite 403.

betrieb. Uebrigens hat man auch wiederholt das Seil unmittelbar in der sorgfältig ausgedrehten Rinne der gußeisernen Scheibe, ohne jede Einlage, laufen lassen und zeigten sich bei längerem Betriebe keine Nachtheile.

Das wichtigste Erforderniß für den ruhigen Gang einer Seiltransmission ist die genau richtige Einstellung der Scheiben sowie deren Achsen. Die zusammengehörigen Scheiben müssen in einer Verticalebene liegen, weil andernfalls das Seil, abgesehen von sehr beträchtlicher Abnutzung, leicht von den Scheiben abgleitet und in Folge dessen Betriebsstörungen entstehen. Die Seiltransmission gestattet in gleicher Weise wie die Riementransmission viele Mannigfaltigkeit in der Bewegungsrichtung: es läßt sich eine verticale Welle von einer horizontalen oder umgekehrt betreiben; durch Leitrollen geführt, kann der Seilbetrieb unter einem beliebigen Winkel abgeleitet werden. Trotzdem zieht man es gewöhnlich vor, bei Ableitung des Seilbetriebes unter einem Winkel ein Zwischenvorgelege mit conischen Rädern einzuschalten, namentlich wenn es sich um die Uebertragung geringer Betriebskräfte handelt.

Die Treibseile sind in der Regel 36 drähtige runde Eisendrahtseile, aus sechs Litzen von je sechs Drähten bestehend, Fig. 72, welche um eine Hanfseele gewunden und selbst je eine dünne Hanfseele enthalten. Anstatt der mittleren Hanfseele wird zuweilen zum Zwecke der Verstärkung des Seiles eine sechsdrähtige Seillitze angewendet. Die Verbindung der beiden Seilenden erfolgt durch Zusammenspleißen, und zwar in der nämlichen Weise wie bei Hanfseilen. Jedes Ende wird auf etwa 1 Meter Länge aufgeflochten und die Hanfseele auf diese Länge ausgeschnitten. Die aufgeflochtenen Seillitzen werden wechselseitig in einander gesteckt, so daß die Litzen des einen Seiles über das andere Seilende zu liegen kommen. Nun löst man an einem Seilende eine Litze auf etwa 1 Meter auf und flicht die entsprechende Seillitze des anderen Seiles an Stelle der aufgeflochtenen Seillitze auf 1 Meter in das Seil ein. Die beiden Litzenenden werden einmal umschlungen, in einzelne Drähte aufgeflochten und diese in das Seil hineingesteckt. Als Werkzeug bedient man sich hierzu eines Stecheisens von 0.15 Meter Länge und 13 Millimeter Breite in Form einer Lancette mit etwas abgerundeten Kanten. Die zweite Litze wird auf 0.66, die dritte auf 0.33 Meter Länge in derselben Weise eingeflochten und verbunden. Alsdann wird dieselbe Manipulation nach dem anderen Seilende hin mit den übrigen Seillitzen vorgenommen.

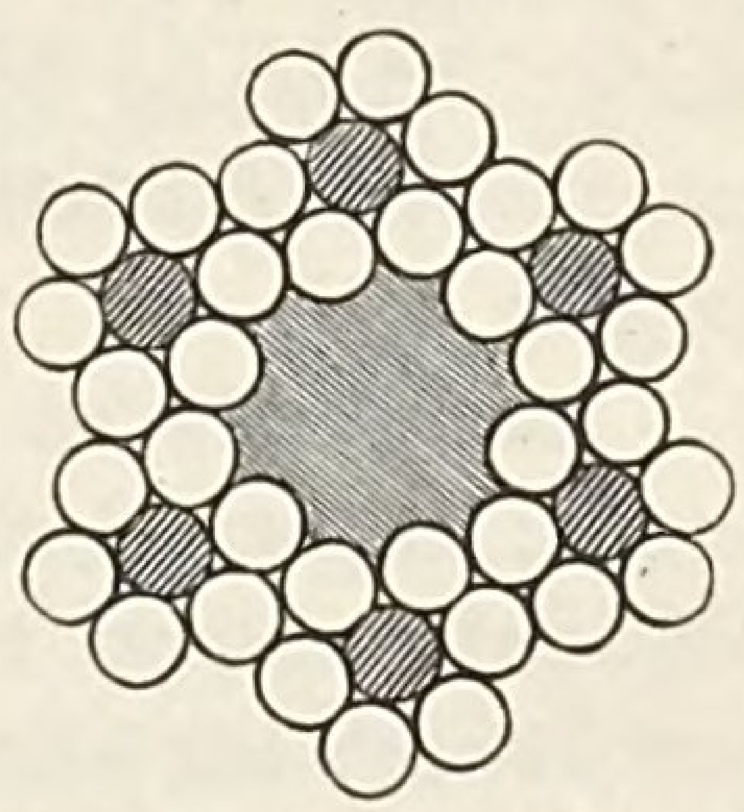


Fig. 72. Querschnitt eines Drahtseiles.

Zur Berechnung der Drahtseile kann man folgende Angaben benutzen: Bezeichnet P die am Umfange der Seilscheibe wirkende Kraft, S_1 und S_2 die Spannungen des auflaufenden und ablaufenden Seiltheiles sowie S die Seilspannung im Ruhezustande, so ist zu setzen (nach Weisbach) $S_1 = 2$ P; $S_2 =$ P; S $= 1.5$ P. Bezeichnet n die Anzahl Drähte vom Durchmesser δ, welche das Seil bilden, so bestimmt sich die erforderliche Seildicke nach der Formel

$$n\,\delta^2 = 0.425\ P = 32\ \frac{N}{v},$$

wenn N die zu übertragenden Pferdekräfte und v die Seilgeschwindigkeit in Metern bezeichnen. Diese nimmt man für die Uebertragung geringer Kräfte zwischen 6 und 10 Meter, bei größeren Kräften bis 25 Meter in der Secunde.

Der Durchmesser der Seilscheiben muß stets groß gewählt werden, um eine zu starke Seilbiegung zu verhindern; derselbe soll mindestens (nach Guilleaume) gleich der 150fachen Seilstärke genommen werden. Seilscheiben von geringerem Durchmesser als 1.50 Meter anzuwenden, ist jedenfalls nicht rathsam. Die Nachtheile zu geringer Durchmesser machen sich häufig durch Seilbrüche, stets aber durch mangelhafte Uebertragung der Arbeitskraft und Erhöhung des Reibungswiderstandes bemerklich.

Von Wichtigkeit ist es, die passende Durchsenkung des Seiles zu kennen, um danach die Höhe der Seilscheibenachsen derartig zu bestimmen, daß beladene Wagen unbehindert die Seiltrace passiren können. Bezeichnet L den Abstand der beiden zu einem Seilbetriebe gehörigen Achsen, h_1 die Durchsenkung im treibenden, h_2 im getriebenen Theile und h_0 in beiden Hälften des ruhenden Seiles (in Metern), so ist ungefähr:

$$h_1 = 0.000179\ L^2,$$
$$h_2 = 0.000358\ L^2,$$
$$h_0 = 0.000238\ L^2.$$

Für 100 Meter Entfernung der beiden Achsen ergiebt sich somit $h_1 = 1.79$ Meter, $h_2 = 3.58$ Meter und $h_0 = 2.38$ Meter.

Die Dauer eines Drahtseiles kann bei fortwährendem Betriebe im Durchschnitte auf 2 bis 3 Jahre angenommen werden. Zeigt sich eine geringere Dauer, so ist der Grund hierfür in einer fehlerhaften Anordnung zu suchen. Um das Rosten des Seiles zu verhüten, wird empfohlen, dasselbe von Zeit zu Zeit mit gekochtem Leinöl zu schmieren.

Die Kosten der Seiltransmission mit allen dazu gehörigen Einrichtungen, als Seilscheiben, Leitrollen und Lagerstühlen, kann man im

Durchschnitte auf 2 20 bis 3.80 Mark pro Meter Entfernung der Seilscheiben veranschlagen.

Die Preise der für die Transmission geeigneten Drahtseile aus der Fabrik von Felten & Guilleaume in Mühlheim a/Rhein stellen sich wie folgt:

Durchmesser in Millimetern . . .	7	9	12	13	16	20	21
Dicke der Drähte in Millimetern .	0.9	0.9	1.2	1.2	1.6	2	2
Preise pro Meter in Mark. . . .	0.15	0.25	0.40	0.45	0.55	0.80	1.90

Anmerkung. Im Anschlusse an die Besprechung der Drathseiltransmissionen sei erwähnt, daß man in neuerer Zeit auch Versuche gemacht hat, Hanfseile zur Uebertragung der Bewegung zu benutzen.

Es werden hierbei stets eine größere Anzahl, und zwar bis 12 Seile, neben einander in gemeinschaftlichen Trommeln benutzt, welche mit der entsprechenden Anzahl keilförmiger Rinnen versehen sind. Die Seile werden aus Hanf oder Jute gefertigt und aus drei Litzen gedreht; sie besitzen einen Durchmesser des umhüllenden Cylinders von 30 bis 50 Millimeter. Nach Angaben von Keller[1]) sollen diese Seile bei verschiedenen Anlagen recht günstig functioniren; ihre Stärke bestimmt sich nach der Formel

$$d = 155 \sqrt{\frac{N}{n\,u\,r}} \text{ Centimeter,}$$

in welcher d den Seildurchmesser, N die Anzahl der zu übertragenden Pferdekräfte, n die Anzahl der Seile, u die minutliche Tourenzahl und r den Halbmesser der Scheibe bedeuten.

c) Die Zahnradtransmission[2]).

Die Umfänge der Zahnräder werden aus regelmäßigen Erhöhungen oder Zähnen und dazwischen liegenden Vertiefungen, Zahnlücken, gebildet, welche derartig gestaltet sind, daß bei zwei zusammenarbeitenden Rädern die Zähne des einen Rades in die Lücken des anderen eingreifen. Es wird durch diese Anordnung innerhalb der Festigkeitsgrenzen des Materials ein sicheres Mitnehmen des getriebenen Rades von dem treibenden bewirkt, dargestalt, daß ein Gleiten des getriebenen Rades, welches bei Frictionsrädern, Riementransmissionen und Seiltransmissionen eintritt, sobald der zu überwindende Widerstand größer ist als die Reibung am Scheibenumfange, nicht vorkommen kann. Diese Eigenschaft der Zahnradtransmission macht dieselbe für alle Uebertragungen der rotirenden Bewegung am vorzüglichsten geeignet, wenn bei Anwendung von Frictionsvorgelegen in Folge ungleichmäßiger Widerstände eine sichere Uebertragung nicht in Aussicht steht und namentlich, wenn ein

1) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Jahrgang 1876 Seite 398.

2) Betreffend die Construction der Zahnräder muß auf die früher angeführten Werke, namentlich Reuleaux' Constructeur, verwiesen werden.

Gleiten der Räder die Function der Arbeitsmaschine erheblich schädigen würde.

Zahnräder für parallele Achsen heißen Stirnräder, für sich schneidende Achsen conische Räder oder Kegelräder. Beide Gruppen sind in mannigfaltigster Anordnung auf Taf. I und II, conische Räder auch auf Taf. V, Fig. 12 dargestellt und bereits oben in dem Abschnitte Göpel besprochen worden.

Für jedes Räderpaare lasse sich zwei aus den beiden Radmitten beschriebene Kreise construiren, welche sich berühren und bei der Drehung der Räder die gleiche Umfangsgeschwindigkeit annehmen; dieselben heißen die Theilkreise der betreffenden Räder. Die Entfernung der Mittelebenen zweier benachbarter Zähne heißt die Theilung des Rades.

In Fig. 73 bezeichnet r r¹, den Theilkreis, t die Theilung eines Zahnrades. Die Dicke der Zähne d an der Wurzel wird gleich der halben Theilung genommen, dieselbe im Theilkreise gleich 0.475 t, damit die Zähne in den Lücken einen geringen Spielraum, den Flankenspielraum, erhalten, welcher nothwendig ist, um ein Klemmen der Räder zu verhüten. Ein solches würde namentlich eintreten, wenn die Zähne nicht absolut gleichmäßig (mit Hülfe von Maschinen) gearbeitet sind und Verunreinigungen sowie Schmiere sich an den Zahnflanken festsetzen. Je gleichmäßiger die Zähne gearbeitet sind, desto geringer kann dieser Spielraum ausfallen. Die Breite der Zähne b wird bei langsam gehenden Rädern gleich 2 t, bei schnell gehenden gleich 2.5 bis 3 t genommen, die Länge der Zähne l pflegt man gleich 0.70 bis 0.75 t zu wählen.

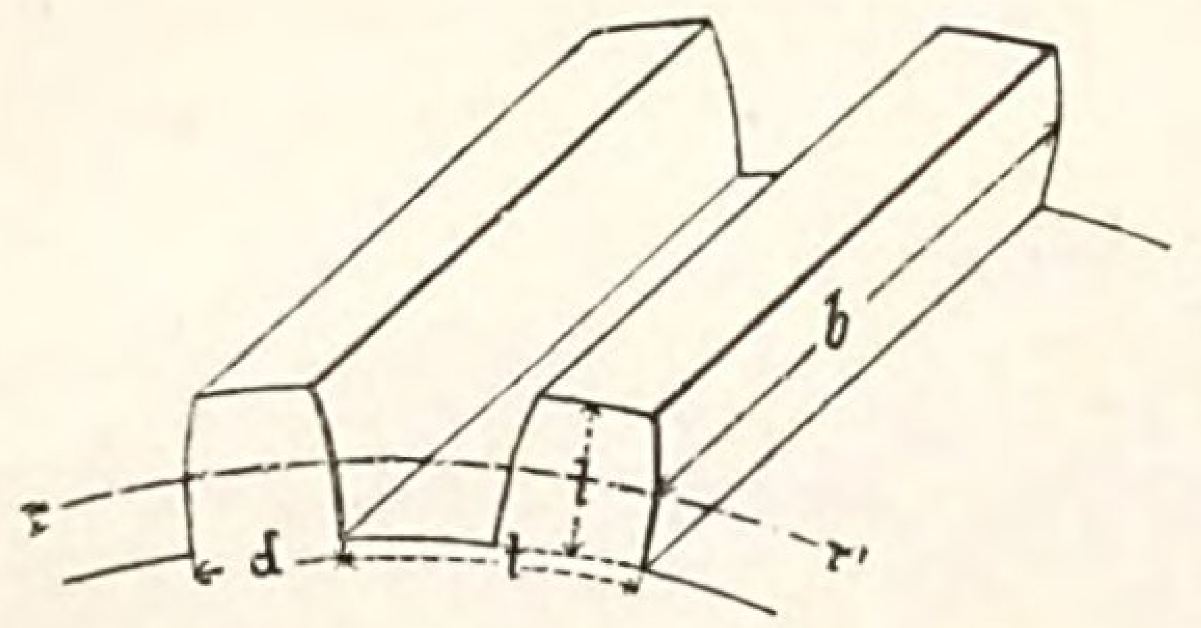


Fig. 73. Perspectivische Ansicht eines Radzahnes.

Bezeichnet

P den ganzen am Umfange wirkenden Druck in Kilogramm,
r den Theilkreishalbmesser in Millimetern,
u die Umdrehungsgeschwindigkeit des Rades pro Minute und
N die Anzahl der zu übertragenden Pferdekräfte,

so setzt man für gußeiserne Räder die Theilung

$$t = 2.73 \sqrt{P} = 2312 \sqrt{\frac{N}{u\,r}} \text{ Millimeter.}$$

Beispiel: Welche Zähnezahl und Abmessungen der Zähne muß das Hauptrad eines vierpferdigen Göpels erhalten, wenn der Durchmesser desselben 1.50 Meter und die Länge der Göpelarme 4 Meter betragen?

Es wird angenommen, daß das Rad ein Stirnrad sei; die am Umfange desselben wirkende Kraft ist

$$P = \frac{1200 \,.\, 0.75}{4} = 225 \text{ Kilogramm,}$$

und zwar unter der Annahme, daß jedes Pferd beim plötzlichen Antreiben einen Zug von 300 Kilogramm auszuüben vermag, auf welchen beträchtlichen, den normalen weit übersteigenden Druck (vergl. Seite 33) hier selbstverständlich Rücksicht zu nehmen ist. Danach berechnet sich die Theilung

$$t = 2.73 \sqrt{225} = 40.95 \text{ Millimeter.}$$

Nehmen wir die Theilung gleich 41 Millimeter, so ergiebt sich, da der Umfang des Theilkreises 1500 . 3.1416 = 4712.4 Millimeter beträgt, die Zähnezahl zu $\frac{4712.4}{41} =$ 114.9. Setzen wir die Zähnezahl gleich 115 fest, so berechnet sich danach der genaue Umfang des Theilkreises auf 115 . 41 = 4715 Millimeter, der Durchmesser desselben vollkommen genau auf $\frac{4715}{3.1416} = 1500$ Millimeter (Vergl. die Tabelle Seite 58). Für die Zahntheilung t = 41 erhalten wir die Zahndicke an der Wurzel gleich 20.5 Millimeter, im Theilkreise 41 . 0.475 = (rund) 19.5 Millimeter; die Länge der Zähne setzen wir 0.7 . 41 = (rund) 29 Millimeter, die Breite mit Rücksicht auf den schnellen Gang des eingreifenden Getriebes 2.5 . 41 = (rund) 100 Millimeter.

Bei der Bestimmung des Umsetzungsverhältnisses ist die Regel zu berücksichtigen, daß man den Rädern mindestens 12 Zähne giebt; für schnell gehende Wellen ist es sogar erforderlich, diese Zahl auf 15 zu erhöhen.

Bei landwirthschaftlichen Maschinen finden auch Räder mit innerer Verzahnung eine häufige und vortheilhafte Anwendung, da man die getriebene Welle unter sonst gleichen Umständen um den Durchmesser des kleinen Rades näher zu der treibenden Welle lagern kann als bei Benutzung von Stirnrädern mit äußerer Verzahnung. Sowohl bei Göpeln (Taf. II, Fig. 3) wie namentlich bei den Mähemaschinen werden dieselben vielfach benutzt.

Auch Schraubenräder (Schneckenräder), Fig. 74, werden häufig bei landwirthschaftlichen Maschinen zur Uebertragung der Bewegung verwendet, und zwar vorwiegend, um aus einer schnellen Bewegung eine langsame abzuleiten. Dies erfolgt, wenn die Schnecke a das Rad b in Umdrehung versetzt, da sich letzteres für jede Umdrehung der Schnecken-

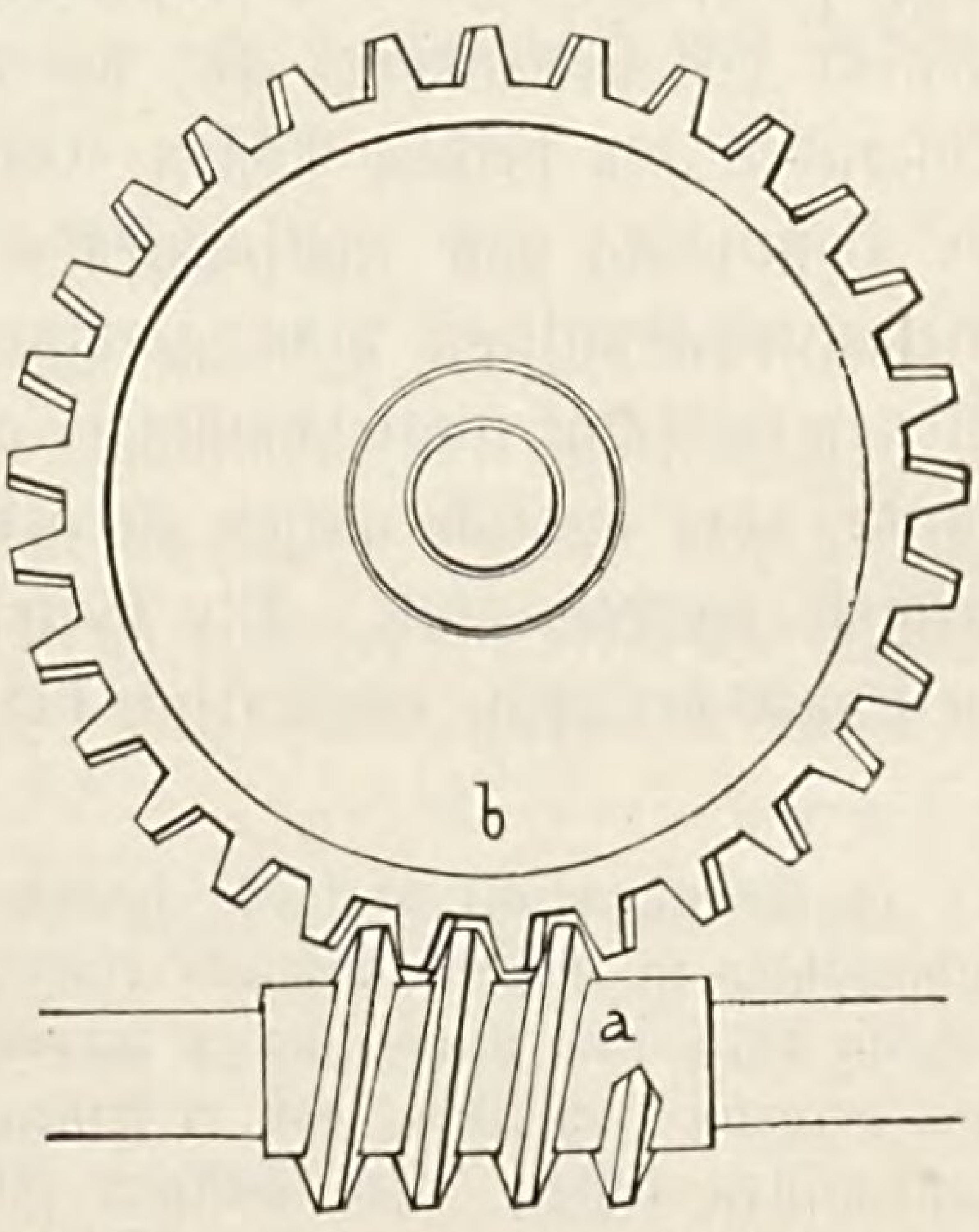


Fig. 74. Schneckenrad mit Schnecke.

welle um einen Zahn verschiebt, vorausgesetzt, daß die Schraube eingängig ist. Man läßt auch gleichzeitig zwei Schraubenräder, diametral gegenüber stehend, in die Schnecke eingreifen, z. B. bei Häckselmaschinen, um die Walzen für den Vorschub des Strohes in Umdrehung zu versetzen. Hier ist die Schneckentransmission der einfachste Mechanismus, welcher in Anwendung gebracht werden kann; dieselbe besitzt jedoch den Nachtheil, daß eine Regulirung der Umsetzung, welche bei Zahnrädern mittelst Wechselräder bewerkstelligt wird, nicht stattfinden kann [1]).

Von der im Allgemeinen unvortheilhaften Bewegungsübertragung von dem Schraubenrade auf die Schnecke ist bereits in dem Abschnitte Göpel (Seite 62) gesprochen worden; eine Verwendung derselben findet wegen der starken Reibung und schnellen Abnutzung nur in beschränktestem Maße statt.

b) Die Kettenräder.

Unter Kettenräder wird diejenige Zahnradtransmission verstanden, bei welcher die Uebertragung nicht durch unmittelbaren Eingriff der Verzahnungen sondern mittelbar durch eine Kette stattfindet, die sich mit ihren entsprechend gestalteten Gliedern in die Zähne der beiden Räder einlegt. Dieselbe gestattet einen beliebigen und veränderlichen Abstand der getriebenen von der treibenden Achse, entsprechend der Länge der in Verwendung kommenden endlosen Kette, welche häufig mittelst einer stellbaren Spannrolle, die ebenfalls an ihrem Umfange mit der Verzahnung versehen ist, derartig straff gehalten wird, daß eine sichere Uebertragung stattfindet. Man wendet die Kettenräder an, wenn Zahnräder in Folge zu beträchtlichen Abstandes der beiden Achsen einen zu großen Durchmesser erhalten oder die Benutzung von Zwischenrädern nothwendig machen würden und die Riementransmission nicht geeignet ist. Letzteres ist der Fall, wenn ein Gleiten in Folge ungleichmäßiger oder andauernd sehr beträchtlicher Widerstände, oder endlich wegen zu geringer Geschwindigkeit der Scheiben befürchtet werden muß. Die Kettenübertragung besitzt den Nachtheil, daß im Laufe der Zeit, namentlich bei sehr beträchtlicher Spannung der Kette,

---

1) Es unterliegt übrigens keinem Anstande, Schraubenräder mit verschiedenen Zähnezahlen in dieselbe Schnecke eingreifen zu lassen und dieselben mit ihrer Welle beliebig durch eine Kuppelung zu verbinden. Nur wird in diesem Falle der Mechanismus derartig complicirt, daß er keinen Vorzug gegenüber der gewöhnlichen Zahnradtransmission besitzt. Ein Beispiel solchen Schneckenbetriebes mit Veränderung der Geschwindigkeit der getriebenen Welle, bei einer Häckselmaschine angewendet, ist in Fühling's landwirthschaftlicher Zeitung, Jahrgang 1878 Seite 368 gegeben.

ein Recken derselben stattfindet, so daß die einzelnen Glieder nicht mehr mit den Verzahnungen der Scheiben correspondiren; aus diesem Grunde ist man in neuerer Zeit von der Verwendung der Kette abgegangen, wenn dieselbe eine zu starke Spannung zu erleiden hat, z. B. bei Straßenlocomotiven, welche früher vielfach mit einer Kettentransmission zum Betriebe der Fahrräder von der Schwungradwelle der Dampfmaschine versehen wurden. Dagegen ist keine Veranlassung, die Kette zu vermeiden, wenn die zu übertragende Arbeit nur gering ist, z. B. bei dem Betriebe der Rechen einer combinirten Mähemaschine, wo selbst eine Erneuerung der nicht kostspieligen Kette nach ein- bis zweijähriger Betriebsdauer keinen Bedenken unterliegen würde. Auch basiren einzelne Maschinen, z. B. die Tretgöpel und die Kettenpumpen, auf der Verwendung der Kettentransmission und nimmt man hier die unvermeidlichen Nachtheile dieser Uebertragung in Kauf gegenüber den Vortheilen, welche die Maschinen sonst bieten. [1])

Triebketten nach amerikanischem Systeme mit zerlegbaren, aus schmiedbarem Gußeisen gefertigten Gliedern werden u. a. von A. Stotz in Stuttgart gefertigt, z. B. in folgenden Abmessungen:

Breite des einzelnen Gliedes. Millimeter	18	25	36	28	28	35	40	80	100
Länge des einzelnen Gliedes. Millimeter	22	30	36	40	50	50	55	55	70
Bruchbelastung. Kilogramm	200	350	1000	420	450	680	900	2000	3400
Preis pro laufendes Meter. Mark	2.00	2.50	3.60	2.50	2.75	3.00	3.40	6.25	9.00

1) Näheres über Kettenräder, namentlich über die bei denselben auftretenden (nicht sehr beträchtlichen) Reibungswiderstände in Weisbach's Ingenieur- und Maschinenmechanik, 3 Theil, zweite Auflage Seite 437—442.

III. Abschnitt.

Die Transportmittel der Landwirthschaft.

A. Die landwirthschaftlichen Fuhrwerke.

In dem Nachfolgenden werden ausschließlich die durch Spannvieh bewegten Straßenfuhrwerke mit Rädern behandelt, da die Fuhrwerke ohne Räder, die Schlitten und Schleifen, eine im Vergleiche zu den Räderfuhrwerken überaus beschränkte Verwendung für landwirthschaftliche Zwecke finden. Eine weitere Beschränkung muß in sofern erfolgen, als nur die principiellen Constructionen vorgeführt und an einigen Beispielen erläutert werden können, weil andernfalls der Gegenstand den zur Verfügung stehenden Raum unverhältnißmäßig in Anspruch nehmen würde. [1])

Bezeichnet P die parallel zum Boden gerichtete Zugkraft, r den Halbmesser eines Rades, ϱ den Halbmesser des Achsschenkels, μ den Coefficienten der Achsenreibung und Q den auf der Achse lastenden Druck, so ergiebt sich:

$$P = \mu \frac{\varrho}{r} Q + B,$$

worin B einen von den Widerständen des Bodens, dem Drucke, welcher auf dem Rade lastet und (nach getheilter Ansicht) auch von der Radbreite abhängigen Werth bedeutet. [2])

---

1) Es ist sehr zu bedauern, daß trotz der reichhaltigen Literatur der Landwirthschaft und ihrer Hilfsmittel noch kein einziges Specialwerk über landwirthschaftliche Fuhrwerke existirt. Die Mechanik der Fuhrwerke wird in den Werken von Rühlmann und Weisbach erschöpfend behandelt, während eine Darstellung der verschiedenen Ausführungen der Wagen für landwirthschaftliche Zwecke, so wünschenswerth dieselbe erscheint, noch in keiner Sprache geschrieben ist.

2) Gerstner entwickelte den Ausdruck

$$B = \tfrac{3}{8} \sqrt[3]{\frac{3\ Q^4}{\mu_1\ b\ r^2}},$$

worin μ_1 eine von der Beschaffenheit des Bodens abhängige Erfahrungszahl und b die Felgenbreite bezeichnen.

Man erkennt aus dieser Gleichung, daß es vortheilhaft ist, hohe Räder anzuwenden, indem P in dem Maße kleiner ausfällt als r größer angenommen wird; daß es ferner rathsam ist, den Zapfendurchmesser nur so stark zu machen, als dies mit Rücksicht auf die Bruchsicherheit erforderlich.

Das Verhältniß der Zugkraft zu der Gesammtlast bei horizontaler Straße ist im Wesentlichen abhängig von der Beschaffenheit der Straße, aber auch von der Construction des Fuhrwerkes. Dieses Verhältniß ist für verschiedene Fuhrwerke und eine große Anzahl von Straßen der mannigfaltigsten Beschaffenheit durch Versuche (namentlich von Morin) bestimmt worden und finden sich in den Werken über Mechanik stets ausführliche Tabellen über den Werth dieses Coefficienten des Totalwiderstandes, welchen wir in der Folge mit m bezeichnen. Für Lastfuhrwerke kann derselbe aus folgender Tabelle entnommen werden:

	Steinbahnen.			Erdwege.		
	Beste	gute	schlechte	Feste, ebene und trockene	schlechte	schlechteste
m =	$\frac{1}{75}$	$\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{50}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$

Nennen wir Q die Nutzladung und q das Eigengewicht des Wagens, ferner G das Gewicht der Zugthiere und α den Winkel, unter welchem der sonst ebene Boden ansteigt, so kann die Zugkraft

$$P = m\,(Q + q) + (Q + q + G) \sin \alpha \text{ [1]}$$

gesetzt werden und die tägliche Arbeitsleistung bei t Stunden Dauer der Arbeit und v Meter Gesammtgeschwindigkeit pro Secunde

$$A = 3600\,[m\,(Q + q) + (Q + q + G) \sin \alpha]\, v\, t.$$

Das zu transportirende Gewicht ist

$$Q + q = \frac{P - G \sin \alpha}{m + \sin \alpha},$$

wobei der Werth von P mit Hülfe der Maschek'schen Formel (Seite 19) zu ermitteln ist. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die erforderliche Zugkraft P nicht proportional der Zahl der Zugthiere steigt, sondern in dem Seite 34 aufgeführten Verhältnisse abnimmt.

Beispiel: Welche Last können zwei mittlere Pferde in einem Wagen von 600 Kilogramm Gewicht auf einer schlechten Steinstraße mit einer Steigung von 1 : 50 ziehen, wenn die tägliche Arbeitsdauer 5 Stunden beträgt und die normale Gangart (1.10 Meter) eingehalten werden soll?

---

1) Nach Rühlmann, a. a. O. dritter Theil, Seite 141.

Es ergiebt sich nach der Maschek'schen Formel

$$P_1 = 60\left(2 - \frac{5}{8}\right) = 82.5 \text{ Kilogramm pro Pferd},$$

also für zwei Pferde (nach Seite 34)

$$P = 82.5 \,.\, 0.98 \,.\, 2 = 161.7 \text{ Kilogramm}.$$

Setzen wir $m = \frac{1}{25}$ und $G = 400 \,.\, 2$, so erhalten wir

$$Q = \frac{161.7 - 800\frac{1}{50}}{\frac{1}{25} + \frac{1}{50}} - 600 = 1828.3 \text{ Kilogramm}.$$

Bei 8stündiger täglicher Arbeitsdauer und normaler Geschwindigkeit würde $P_1 = 60$, $P = 60 \,.\, 0.98 \,.\, 2 = 117.6$ Kilogramm sein, demnach unter im Uebrigen gleichen Umständen

$$Q = \frac{117.6 - 800\frac{1}{50}}{\frac{1}{25} + \frac{1}{50}} - 600 = 1093.3 \text{ Kilogramm}$$

betragen.

Nehmen wir ferner an, die Straße wäre horizontal, so ergiebt sich bei 8stündiger Arbeitsdauer die Nutzlast

$$Q = \frac{117.6}{\frac{1}{25}} - 600 = 2340 \text{ Kilogramm}.$$

Zweiräderige Fuhrwerke führen den Namen Karren im Gegensatze zu den vierräderigen, den Wagen. Wir unterscheiden bei beiden Gattungen den Unterwagen oder das Untergestell, welches die Achsen mit den Rädern, die Verbindung derselben sowie die Vorrichtung zum Anspannen der Zugthiere enthält und den Oberwagen, das Obergestell, zur Aufnahme der Nutzlast. Bei dem Untergestell vierräderiger Wagen unterscheidet man ferner den Hinterwagen oder das Hintergestell und den Vorderwagen oder das Vordergestell. Letzteres muß stets derartig angeordnet sein, daß die Vorderachse in der Horizontalebene und womöglich auch um ein Geringes in der Verticalebene beweglich ist, um das Einlenken des Fuhrwerkes zu bewirken. Die Achse ist zu diesem Zwecke um ihre Mitte, den Schluß- oder Reibnagel, drehbar und gleitet bei der Drehung auf dem Drehschemel oder Drehscheit. Die Neigung der Achse in verticaler Richtung, welche zumeist nur durch einen angemessenen Spielraum des Reibnagels erreicht wird, bezweckt, daß selbst auf unebenen Wegen alle vier Räder den Boden berühren, was freilich am vollkommensten erreicht wird, wenn ein Drehschemel mit Kugelgelenkverbindung nach Art der in Fig. 64 (Seite 143) dargestellte Anordnung in Verwendung kommt. Die Vorderräder erhalten in der Regel einen geringeren Durchmesser als die Hinterräder, damit trotz des über dem Achsbalken befindlichen Drehschemels der Oberwagen eine horizontale Lage erhalte; in einzelnen Fällen auch, um die Räder unter dem Boden des Obergestells, ohne anzustreifen, einlenken zu können.

Zunächst muß auf die Anordnung der Achsen und Räder der Fuhrwerke näher eingegangen werden, wobei auf die Zeichnung Fig. 75, Ansicht und Durchschnitt eines Rades, Bezug genommen wird. Die Haupt-

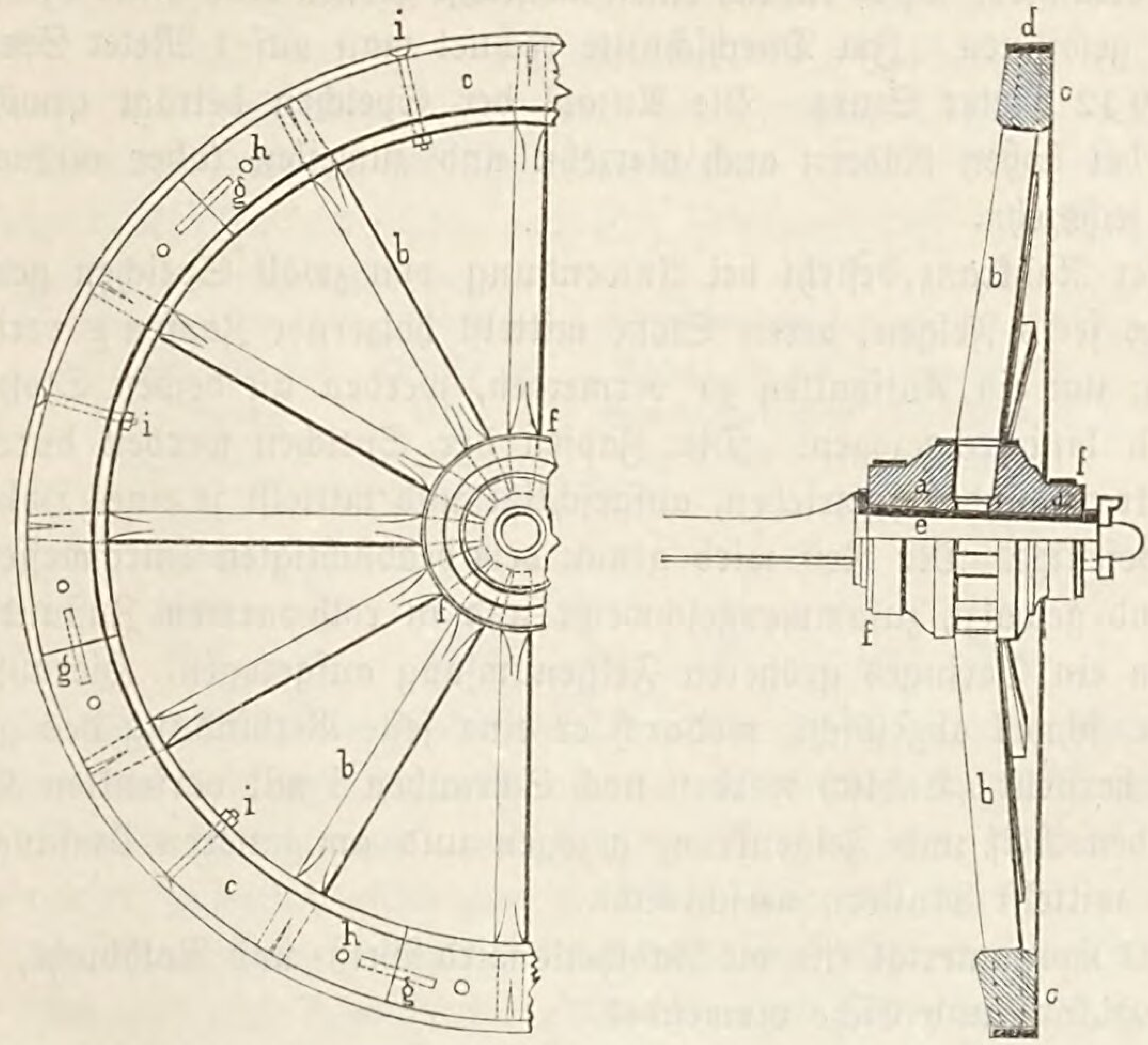


Fig. 75. Wagenrad; Ansicht und Durchschnitt.

theile des Rades sind die Nabe a, die Speichen b, die Felgen oder der Felgenkranz c und der Reif oder Radreif d. Die Nabe wird entweder aus Holz oder aus Gußeisen gefertigt; im ersteren Falle nimmt sie in ihrer Bohrung die gußeiserne Radbuchse e auf, welche mittelst zweier Nasen derartig in die Nabe eingeschoben wird, daß sie sich nicht unabhängig von derselben drehen kann. Die innere Fläche der Buchse ist mit spiralförmig gewundenen Schmiernuthen versehen. Um ein Aufspalten der hölzernen Nabe zu verhüten, wird dieselbe durch eiserne Reifen f, die Nabenbänder, gebunden. Die Speichen, mittelst Zapfen fest in die in der Nabe angebrachten Speichenlöcher eingetrieben, stehen nicht rechtwinklig zur Achse, sondern in einer Kegelfläche, deren Leitlinie der aus dem Felgenkranze gebildete Kreis ist. Man nennt diese Neigung der Speichen nach der äußeren Seite die Stürzung oder den Radsturz. Zweck derselben ist zunächst die Herstellung einer sehr soliden Verbindung und die Möglichkeit, durch Nachziehen der Radreifen eine etwaige Lösung der Speichen in ihrer Achsenrichtung, das sog. Bocklahmwerden, leicht

zu beseitigen. Ferner will man mit der Stürzung eine annähernd senkrechte Unterstützung der Achse durch die jedesmal nach abwärts gerichtete Speiche und eine gute Widerstandsfähigkeit des Rades gegen seitliche Stöße erlangen, sowie endlich einen möglichst großen Raum für den Oberwagen gewinnen. Im Durchschnitte rechnet man auf 1 Meter Speichenlänge 0.12 Meter Sturz. Die Anzahl der Speichen beträgt gewöhnlich zwölf, bei hohen Rädern auch vierzehn und zuweilen (aber ausnahmsweise) sechszehn.

Der Radkranz besteht bei Anwendung von zwölf Speichen gewöhnlich aus sechs Felgen, deren Stöße mittelst hölzerner Zapfen g verdübelt werden; um ein Aufspalten zu vermeiden, werden an beiden Stoßenden Niete h hindurchgezogen. Die Zapfen der Speichen werden durch den Felgenkranz hindurchgetrieben, aufgeschlitzt und mittelst je eines Holzkeiles sicher befestigt. Der Reif wird genau dem beabsichtigten Durchmesser entsprechend gewalzt, zusammengeschweißt und in rothwarmem Zustande auf den um ein Geringes größeren Felgenumfang aufgezogen. Hierauf wird derselbe schnell abgelöscht, wodurch er eine feste Verbindung des ganzen Rades herstellt. Endlich werden noch Schrauben i mit versenkten Köpfen durch den Reif und Felgenkranz gezogen und am inneren Umfange der Felgen mittelst Muttern verschraubt.

Als Holzmaterial für die Radtheile wird Weiß- und Rothbuche, Esche, Ulme, Hickory und Eiche verwendet.

In neuerer Zeit werden die Naben vielfach aus Gußeisen gefertigt, was sich jedoch nur in dem Falle als vortheilhaft erwiesen hat, daß man dieselben zweitheilig herstellt und mit Schrauben derartig verbindet, daß ein Lockerwerden der Speichen nicht stattfinden oder wenigstens leicht beseitigt werden kann. Als ein gutes Beispiel derartiger zweitheiliger Naben kann die auf Taf. VI, Fig. 4 in zwei Schnitten und der oberen Ansicht dargestellte Eckert'sche Nabe betrachtet werden. Die Speichen liegen in prismatischen Vertiefungen a des Nabenkörpers; auf denselben wird eine lose, ringförmige Scheibe b mit gleichen Vertiefungen durch kräftige Schrauben c derartig festgeschraubt, daß die Speichen sich nicht bewegen können. Sollte das Holz nachtrocknen, so genügt ein Anziehen der Schrauben zum Zwecke der erneuten Befestigung. Die Vorzüge dieser Nabenconstruction bestehen darin, daß eine sehr genaue Zusammenstellung des Rades ermöglicht wird, daß die Speichen an der Stelle, wo sie am leichtesten brechen, d. h. am Umfange der Nabe, die größte Stärke erhalten, daß ferner ein Ersatz von Speichen oder Felgen ohne Abnahme der Reifen erfolgen kann, indem man nur die Scheibe b entfernt und so die Speichen frei legt, und endlich, daß die Speichen niemals bocklahm werden können.

Die Achsen der Lastfuhrwerke bestehen gewöhnlich aus dem Achsholze, an welchem die Achsschenkel mittelst kräftiger Schrauben befestigt sind. Die Achsschenkel werden zumeist schwach conisch gefertigt (vgl. Taf. VI, Fig. 4); an dem inneren Ende derselben befindet sich die Stoßscheibe d, während vor der Nabe ein Gewinde angeschnitten ist, um die Achsbuchse e aufschrauben zu können. Ein Vorstecker (Lünz) f verhindert eine willkürliche Drehung der Schraubenmutter Zweckmäßige Abmessungen der Achsschenkel sind folgende (nach den Ausführungen der Actiengesellschaft H. F. Eckert in Berlin):

Tragfähigkeit des Wagens. Kilogramm.	Stärke am Stoße. Millimeter.	Stärke an der Schraubenkapsel. Millimeter.	Länge der Achsschenkel. Millimeter.
2000	45	36	160
2500	50	39	200
3000	55	44	210
4000	60	48	220

Die Mittellinie des Achsschenkels weicht gegen diejenige der Mittelachse um ein Geringes derartig ab, daß die beiden Schenkel der Achse nach abwärts geneigt sind, welche Neigung man den Unterlauf der Achse nennt; zuweilen giebt man derselben auch noch den sog. Vorlauf, d. h. eine Abweichung in horizontaler Richtung nach vorn gerichtet. Die Nabe muß auf dem Achsschenkel einen geringen Spielraum besitzen und zwar sowohl in diametraler Richtung als auch in der Längenrichtung, d. h. der Abstand zwischen der Stoßscheibe und der Achsmutter muß etwas größer sein als die Entfernung der Stirnflächen der Nabe. Es ist dies erforderlich, weil in Folge des niemals völlig ebenen Bodens stets ein Drängen des Rades nach der einen oder anderen Seite hin erzeugt wird.

Der Unterlauf der Achsschenkel hat den Zweck, den Rädern auf ausgefahrenen oder stark gewölbten Wegen eine angemessene Stellung, etwa radial zu der Wölbung, zu geben und ein Anlaufen des Rades am Stoße zu erzeugen, so daß die Nabenbuchse in den Schenkel hinein gedrückt wird und nicht umgekehrt. Ferner ertheilt der Unterlauf der ganzen Achse eine größere Widerstandsfähigkeit und ermöglicht in Folge der nach auswärts gerichteten Stellung der Räder, einen größeren Raum für das Obergestell zu gewinnen. Endlich bewirkt der Unterlauf ein Abwerfen des Kothes nicht nach dem Wagen zu, sondern nach außen, was namentlich bei Personenfuhrwerken die Stürzung der Achse nach abwärts veranlaßt. Der Neigungswinkel des Unterlaufes beträgt nach der Ansicht erfahrener Wagenerzeuger passend 4 bis 7 Grad.

Der Vorlauf der Achsen giebt denselben eine größere Widerstands-

fähigkeit gegen Stöße; bei sonst kräftiger Ausführung der Achsen wird derselbe jedoch zumeist für unnöthig erachtet.

Die Felgenbreite der Räder ist vielfach durch die Wegegesetzgebungen derartig festgesetzt worden, daß ein bestimmtes Verhältniß derselben zu dem Gewichte des beladenen Wagens aufgestellt wurde, damit der auf die Straße übertragene Druck eine gewisse Grenze nicht überschreite. Man ist jedoch in neuerer Zeit fast allgemein zu der Ansicht gelangt, daß nur bis zu einer gewissen Breite der Felgen die Vertheilung des Druckes proportional derselben stattfinde, da der Reif in Folge der Abnutzung in nicht zu langer Zeit convex wird. Besonders erschwert wird übrigens die Festsetzung einer bestimmten, von der Belastung abhängigen Felgenbreite dadurch, daß dieselbe für jede Bauart und jedes Material der Straße eine andere sein müßte. Für landwirthschaftliche Fuhrwerke genügt bei der höchsten vorkommenden Beladung mit 5000 Kilogramm eine Felgenbreite von 0.08 Meter; die Seite 193 gegebenen Abmessungen von Fuhrwerken enthalten die bezüglichen genaueren Angaben über die Tragfähigkeit und die Felgenbreite bewährter Ausführungen.

Die Spurweite (Spurbreite) des Wagens ist der Abstand der Räder der nämlichen Achse, auf dem Boden von Mitte zu Mitte der Radfelgen gemessen [1]). Dieselbe beträgt, falls keine local-polizeiliche Vorschriften andere Abmessungen festsetzen, für landwirthschaftliche Spannfuhrwerke aller Art 1.36 bis 1.50 Meter. Der Radstand, d. h. bei vierräderigen Wagen die Entfernung beider Achsen von einander, hängt von der Größe des Wagens ab und beträgt vortheilhaft 2.50 bis 2.80 Meter. In England sind Fuhrwerke mit kürzerem Radstande beliebt, und zwar wird bei landwirthschaftlichen Wagen selten eine Achsenentfernung von 2 Meter überschritten. Es liegt auf der Hand, daß mit Verringerung des Radstandes der Krümmungsradius beim Einlenken kleiner werden kann; namentlich für schmale Wege möchte es sich demnach empfehlen, keinen zu beträchtlichen Radstand zu wählen.

Karren und Wagen. Die Frage, ob sich der Karren oder der Wagen besser zum Transport eignet, läßt sich im Allgemeinen nicht beantworten; jedes der beiden Transportmittel hat seine Vorzüge und Nachtheile und entscheidet zumeist, ganz abgesehen von denselben, die Ortsgewohnheit für die Benutzung des einen oder anderen Fahrzeuges. Da sich zum Karrendienste, wenn die Nutzladung beträchtlich ausfallen soll, vorwiegend kräftige Pferde eignen, so finden wir auch den Karren

1) Zuweilen wird auch der innere Abstand der auf dem Boden stehenden Räder als die Spurweite bezeichnet.

in denjenigen Ländern, welche kräftige Pferdeschläge besitzen, in ausgedehnterer Anwendung als Wagen, also namentlich in England, Frankreich und Belgien. Auch am Rhein wird derselbe als landwirthschaftliches Transportgeräth noch in größerem Umfange benutzt. Als Vorzüge des Karrens gegenüber dem Wagen können folgende Thatsachen bezeichnet werden:

1) Die größere Lenkbarkeit desselben. Mittelst des in der Gabeldeichsel eingespannten Pferdes kann der Karren um das innere Rad gedreht werden, während das Einlenken des Wagens stets einen beträchtlichen Raum verlangt. Namentlich fällt letzterer erheblich aus, wenn das einlenkende Vorderrad durch den Wagenkasten oder den Langbaum eine Begrenzung seiner Drehung findet. Wo demnach, wie z. B. auf sehr verkehrsreichen und engen Straßen, die gute Lenkbarkeit des Wagens eine nothwendige Bedingung ist, wendet man derartig niedrige Vorderräder an, daß dieselben unter dem Bodenbrette des Wagens passiren können und läßt den Langbaum fort.[1])

2) Die Karren accomodiren sich besser als die Wagen einem abwechselnd steigenden und fallenden Terrain; das in der Gabeldeichsel gespannte Pferd bewirkt ein sichereres Aufhalten bei steilem Bergabfahren als das lose im Wagen angeschirrte. Aus diesem Grunde eignen sich die Karren für Gebirgsländer am besten.

3) Das Pferd im Karren ist am Ausschlagen und Bäumen verhindert; der Karrendienst ist somit für junge und muthwillige Pferde die beste Erziehungsmethode. Mehrere Pferde, hinter einander gespannt, ziehen weit gleichmäßiger an, überwinden also Hindernisse besser als bei der Anschirrung neben einander.

4) Der Karren kann ohne Schwierigkeiten derartig angeordnet werden, daß der Kasten desselben zum Zwecke des Abladens umgekippt werden kann. Deßhalb ist er zum Verfrachten schüttbarer Materialien, wie Kartoffeln, Rüben, Brennstoffe, Erde, Mergel, Steine u. s. w. besser geeignet als der Wagen, da die Zeit zum Abladen durch das Stürzen wesentlich abgekürzt wird.

Als Vorzüge des Wagens können dagegen bezeichnet werden:

1) Die größere Tragfähigkeit desselben, wodurch die Zahl der Führer für ein bestimmtes zu transportirendes Quantum und somit der Lohn derselben vermindert wird.

2) Die größere Stabilität desselben. Ein hoch beladener Karren

---

1) Eine für leichtes Fuhrwerk passende amerikanische Einrichtung zum Unterlenken bei hohen Vorderrädern ist am Schlusse dieses Capitels (Seite 199) dargestellt.

kann auf ausgefahrenen Wegen leicht in die Situation kommen, daß der Schwerpunkt nicht mehr unterstützt wird, so daß ein Umstürzen unausbleiblich ist. Bei vierräderigen Fuhrwerken und angemessen vertheilter Last ist diese Gefahr in weit geringerem Maße vorhanden.

Es zeigt diese Zusammenstellung, daß ein unbedingter Vortheil weder auf der Seite der einen noch der anderen Gattung von Fahrzeugen ermittelt werden kann; jedoch kann wohl so viel ersehen werden, daß in den meisten Fällen, die bei den Transporten in der Landwirthschaft vorkommen, der Karren geeigneter ist als der Wagen. Ausnahmen hiervon sind die Erntefuhren für Getreide und Heu (wegen der größeren Ladefähigkeit der Wagen und Beschleunigung des Einfahrens), sehr schlechte Straßen, auf welchen leicht ein Umstürzen der Karren zu befürchten ist und endlich ein schwacher Pferdeschlag.

Auf Taf. VI ist in Fig. 1 bis 3 die Seitenansicht, der Grundriß und der Querschnitt eines Ackerwagens (von der Aktiengesellschaft H. F. Eckert in Berlin) dargestellt, aus welchem die bisher noch nicht besprochenen Theile des Oberwagens ersichtlich sind. Derselbe besteht aus dem Bretterboden oder Wagenbrette a und den die beiden seitlichen Begrenzungen der Last bildenden Leitern bb. Diese werden aus den beiden Leiterbäumen und den zwischen denselben verzapften Sparren[1]) zusammengesetzt. Die Leitern stützen sich unten gegen das Wagenbrett, oben gegen die sog. Rungen c, die mit den, über den Achshölzern angebrachten Rungenschemeln d verzapft sind. Bei hochgeladenen Fuhrwerken, namentlich den Erntewagen, würde diese Stützung nicht genügen, um den Druck der Ladung auf das Untergestell zu übertragen; aus diesem Grunde verbindet man die oberen Leiterbäume vermittelst der Lünzstaken e unmittelbar mit den Achsen. Dieselben bestehen aus Rundhölzern, welche unten mit eisernen, seitlich auf die Achsen schiebbaren Ringen versehen sind. Oben erfolgt die Verbindung der Lünzstaken mit den Leiterbäumen durch eiserne Ringe und kurze Ketten.

Man nennt diese Gattung von Fuhrwerken Leiterwagen im Gegensatze zu den Kastenwagen, bei welchen die seitliche Begrenzung der Last mittelst dicht zusammengefügter Bretter erfolgt. Dieselben erhalten alsdann ihre Stützung an den Rungen. Kastenwagen werden angewendet, wenn mittelst der Leitern die Ladung nicht sicher zusammengehalten werden kann, also z. B. wenn diese aus Erde, Kohlen, Dünger,

---

1) Der hier dargestellte Wagen hat in der Zeichnung links noch ein nicht angegebenes, also über die Hinterräder hinausragendes Sparrenfeld.

Wurzelfrüchten u. s. w. besteht. In der Regel ist bei landwirthschaftlichen Fuhrwerken die Einrichtung getroffen, daß ein Leiterwagen in einen Kastenwagen umgewandelt werden kann und umgekehrt.

Musterhaft ausgeführte Wagen für landwirthschaftliche Zwecke fertigt die Fabrik von J. J. Schmidt in Erfurt und zwar in 20, in allen Theilen gleichmäßig abstufenden Größen, so daß in diesem Sortiment für jede Wirthschaft, von der kleinsten bis zur größten, das passendste Fuhrwerk geliefert wird. Folgende instructive Tabelle giebt die wichtigsten Maße und die Preise dieser Wagen:

Fabriknummer.	Spurweite.	Länge der Wagen am Bodenbrette.	Durchmesser der Hinterräder.	Breite der Radreifen.	Stärke der Radreifen.	Annähernde Gewichte der Achsen mit den Buchsen.	Gewichte der vollständigen Wagen.	Tragfähigkeit der Wagen.	Preise	
									mit Bodenbrett und Beschlag.	mit vollständiger Austafelung, Seitentafeln u. s. w.
	Meter.	Meter.	Meter.	Millim.	Millim.	Kilogr.	Kilogr.	Kilogr.	Mark.	Mark.
1	0.72	1.55	0.620	31	5	5.0	44	250	66	74
2	0.79	1.69	0.680	33	6	6.0	58	350	77	86
3	0.86	1.83	0.740	35	7	7.5	98	450	88	98
4	0.93	1.97	0.800	37	8	9.0	137	550	99	110
5	1.00	2.11	0.860	39	9	10.5	172	650	110	122
6	1.07	2.25	0.920	41	10	13.0	210	800	122	136
7	1.14	2.39	0.980	43	11	15.5	255	950	134	150
8	1.21	2.53	1.040	45	12	18.0	303	1100	146	164
9	1.28	2.67	1.100	47	13	21.0	355	1300	158	178
10	1.36	2.81	1.160	49	14	24.0	410	1600	170	192
11	1.36	2.94	1.230	51	15	27.0	423	1750	200	224
12	1.36	3.09	1.255	53	16	30.0	435	2000	220	246
13	1.36	3.23	1.280	55	17	34.0	482	2300	240	268
14	1.36	3.37	1.305	57	18	37.5	590	2600	260	290
15	1.36	3.51	1.330	59	19	41.5	656	2950	280	312
16	1.36	3.66	1.355	61	20	46.0	723	3300	300	334
17	1.36	3.80	1.380	63	21	50.0	790	3700	322	358
18	1.36	3.94	1.405	65	22	55.0	875	4100	345	383
19	1.36	4.08	1.430	67	23	60.0	940	4550	369	409
20	1.36	4.22	1.455	69	24	65.0	1010	5000	394	436

Erläuterung zu vorstehender Tabelle. Die Wagen Nr. 1 bis 5 sind für Gärtnereien zum Pflanzen- und Gemüsetransport, für kleinere Wirthschaften zum Transport von Ackergeräthen, Saatgut und zum Herbeischaffen von Grünfutter passend. Die Wagen, mit Handdeichseln versehen, können von Arbeitern gezogen werden oder zum Einspannen von einem Pony oder beliebigen Zugthiere dienen. Die mit Handdeichseln versehenen Wagen sind 6 Mark billiger als in der Tabelle angegeben. Die Wagen Nr. 6 bis 10 sind mit einspänniger Deichsel angeordnet und für kleinere Wirthschaften von 2 bis 6 Hektar Land sowie für Gärtnereien zur Bestreitung sämmtlicher Fuhren bestimmt. Größere Wirthschaften bedienen sich dieser Fahrzeuge neben den Erntewagen zu leichten einspännigen Fuhren. Die Wagen Nr. 11 bis 15 mit fast eingebundener Deichsel oder mit Scheerdeichsel für ein Pferd sind die geeignetsten für mittlere Wirthschaften von 6 bis 25 Hektar Land. Nr. 14 und 15 können auch

in Gebirgsgegenden für größere Wirthschaften benutzt werden. Von den Wagen Nr. 16 bis 20 ist nach der Erfahrung des Fabrikanten Nr. 16 der in jeder Hinsicht geeignetste für Wirthschaften mit mehreren Gespannen, da derselbe mit Austafelung (als Kastenwagen) und mit Erntegerüsten versehen, zu allen vorkommenden Fuhren paßt.

Alle Theile dieser Wagen sind in systematisch auf einander folgenden Größen, wie diese aus der Tabelle ersichtlich sind, nach genauen Mustern gefertigt, so daß ein leichtes Auswechseln einzelner unbrauchbarer Bestandtheile ermöglicht ist und bei ausrangirten Wagen die noch brauchbaren Theile anderweitige passende Verwendung finden können.

Sobald die Fahrstraßen ein einigermaßen beträchtliches Gefälle besitzen, müssen die Wagen mit soliden Hemmvorrichtungen versehen sein. Ist eine Hemmung nur selten erforderlich, so genügt der bekannte Hemmschuh, d. h. eine schwach gekrümmte eiserne Platte, welche mittelst einer hinlänglich kräftigen Kette an dem Achsholze des Vorderwagens oder dem Langbaume befestigt und vor das zu hemmende Hinterrad gelegt wird. Dieses fährt somit auf den Hemmschuh und ist nunmehr genöthigt, mit demselben zu gleiten. (Vergl. Seite 145.) Weit vortheilhafter geschieht das Hemmen mittelst der Bremsvorrichtung Fig. 76, d. h. zwei an den

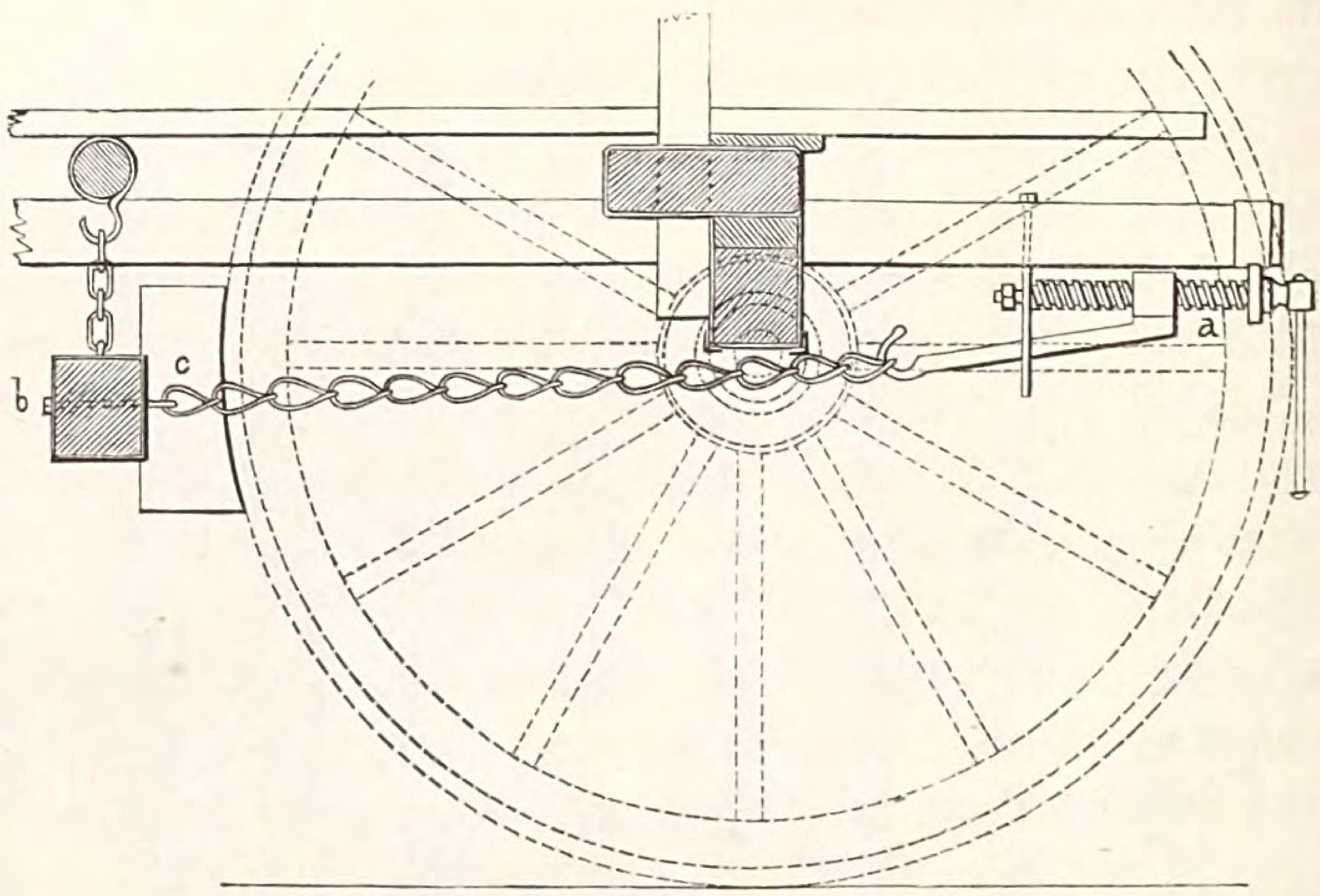


Fig. 76. Bremsvorrichtung für Fuhrwerke.

Hinterrädern mehr oder minder stark angepreßter Holzbacken c, welche die Reibung am Umfange derselben vergrößern und somit bei starkem Gefälle eine Verzögerung der Geschwindigkeit bewirken. Die Anordnung des Hemmzeuges richtet sich ganz nach der Construction des Wagens; bei schweren Lastwagen befinden sich die Backen gewöhnlich, von einem gemeinschaftlichen Balken b getragen, vor den Rädern und findet hier unmittelbar die Einstellung durch die Schraube a statt. Der Balken b hängt mittelst zweier Ketten an dem Wagengestell. Bei leichten Fuhrwerken ist die Handhabung der Bremse in der Regel zur Seite des

Wagens angeordnet, so daß der Führer beim Hemmen die Zügel in der Hand behalten kann. Zuweilen wird nur ein gemeinschaftlicher Balken, ohne besondere Bremsklötze, gegen die Hinterräder gepreßt, um den Wagen zu hemmen.

Als ein Uebelstand der Bremsvorrichtung ist anzusehen, daß bei häufiger Benutzung derselben eine starke Abnutzung der Reifen stattfindet, und ferner, daß der Führer gerade bei abschüssigen Wegen seine Aufmerksamkeit von dem Gespanne ab- und der Bremse zuwenden muß.

Die Preise der Hemmvorrichtungen betragen bei den Schmidt'schen Wagen Nr. 15 bis 20, wenn die Stellvorrichtung hinten am Langbaume angebracht ist, 11 bis 16 Mark und wenn dieselbe zur Seite, entweder vorn oder zwischen beiden Rädern angebracht ist, 22 bis 27 Mark.

Als Beispiel eines Karrens können die Zeichnungen Taf. VI, Fig. 5 und 6 dienen, welche ein weit verbreitetes Muster darstellen und zwar mit Hinzufügung der Leitern zum Ueberladen, die bei Erntefuhren stets angewendet werden, um den Fassungsraum angemessen zu vergrößern. Der Hebel a mit einer Sperrvorrichtung b dient zum Kippen des Karrens und um denselben je nach der Vertheilung der Last mehr nach vorn oder hinten neigen zu können. In Ländern, welche sich zu landwirthschaftlichen Transportzwecken vorwiegend des Karrens bedienen, hat fast jeder District seine eigenthümlichen Constructionen, die oft recht erheblich von einander abweichen. Häufig findet man aber leicht die Erklärung der Verschiedenheiten in dem Zustande der Straßen und der Beschaffenheit der Zugthiere.

Fig. 77 giebt die perspectivische Ansicht eines mit dem vorstehenden nahezu übereinstimmenden amerikanischen Karrens, welcher in den östlichen Staaten der Union fast allgemein in Verwendung ist. Die Abmessungen desselben, für Pferde, Maulthiere und Esel, sind in der nachfolgenden Uebersicht zusammengestellt:

Gattung.	Abmessungen des Kastens.			Durchmesser der Räder.	Gewicht der Karren.
	Länge. Meter.	Breite. Meter.	Tiefe. Meter.	Meter.	Kilogramm.
Pferde-Karren . . .	1.75	0.91	0.41	1.37	198
Maulesel-Karren . .	1.68	0.91	0.38	1.32	180
Esel-Karren	1.41	0.83	0.30	1.27	126

Zum Schlusse dieses Capitels sei hier noch der originelle Lenkschemel eines amerikanischen leichten Wagens (der Lehigh Car Mfg. Co.

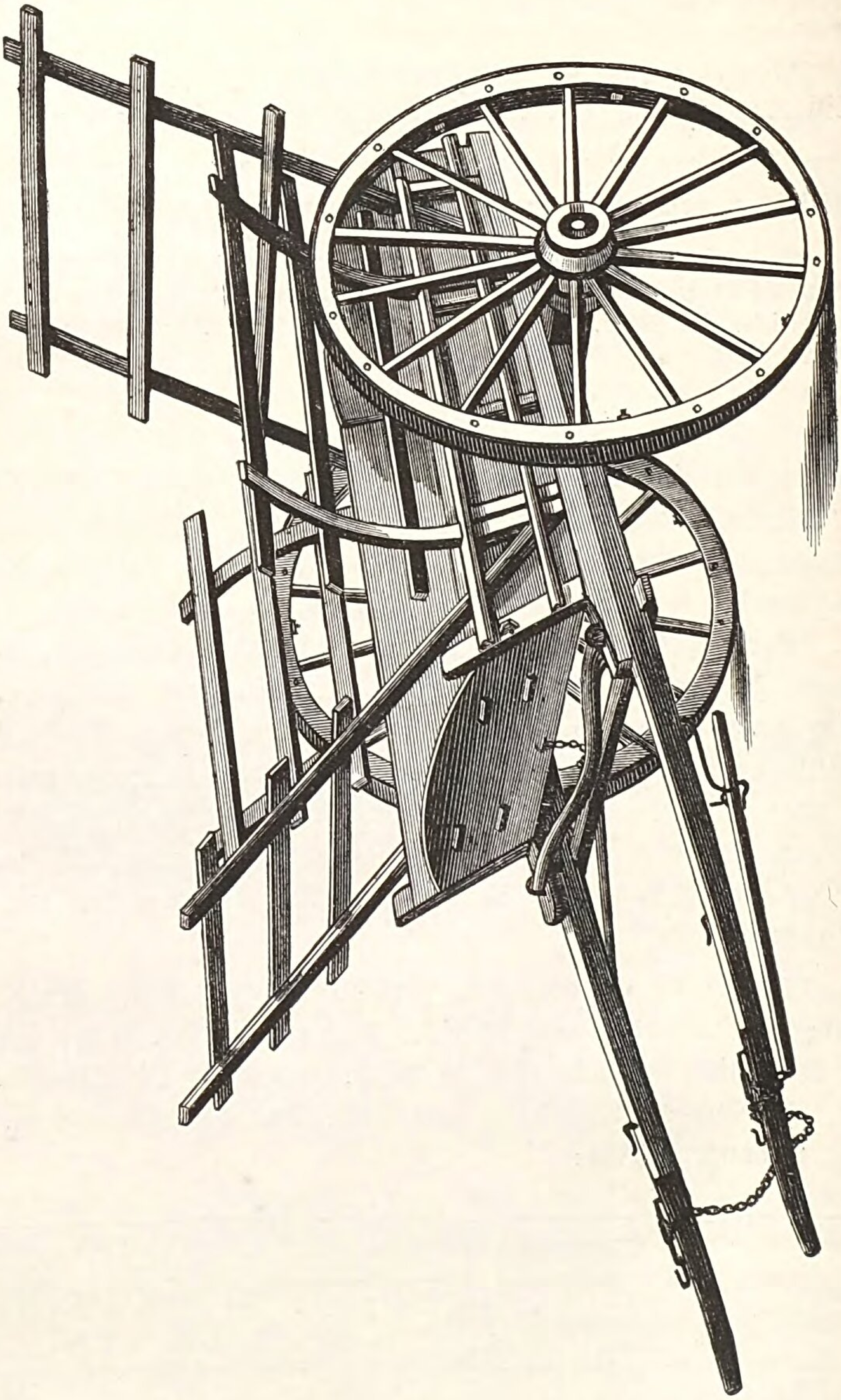


Fig. 77. Amerikanischer Karren.

zu Stemton, Pennsylvanien) erwähnt, bei welchem die Vorderräder, trotzdem sie das Bodenbrett überragen, unter demselben gelenkt werden können. Die Anordnung ist aus der Seitenansicht Fig. 78 deutlich zu

erkennen. Der im Grundrisse kreisrunde Ring a ist vorn und hinten nach aufwärts gebogen und wird von den, mit dem Achsgestell b verbundenen Säulen c getragen. Die beiden Frictionsrollen d, welche in Consolen an den Balken des Wagenkastens gelagert sind laufen auf dem Ringe a und müssen beim Wenden der Vorderachse auf die geneigte Fläche ansteigen. Hierdurch wird der Wagenkasten derartig gehoben, daß die Vorderräder, deren Höhe bei normaler Stellung der Vorderachse ein Passiren unter dem Wagenkasten nicht gestattet, unter diesem laufen können. Die Frictionsrollen bewirken, daß das beim Einlenken stattfindende Anheben des Wagenkastens keine größere Kraft in Anspruch nimmt, als das gewöhnliche Wenden mit zwei platt auf einander liegenden Flächen.

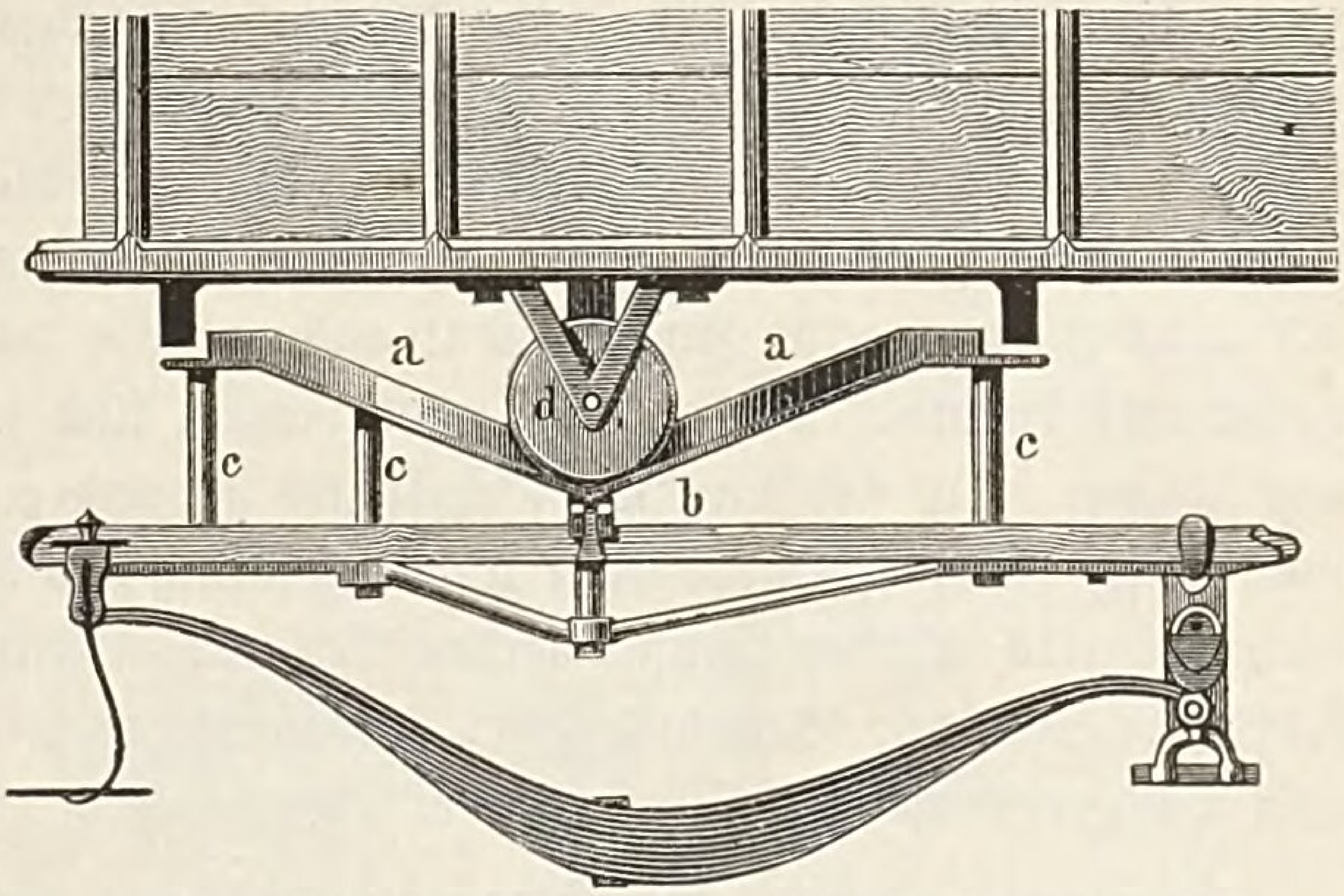


Fig. 78. Amerikanischer Lenkschemel.

Der Wagen, an welchem ich diesen eigenthümlichen Lenkschemel kennen lernte, war mit Längs- und Querfedern versehen, für eine Ladung von 900 Kilogramm bestimmt und wurde für Marktfuhren verwendet.

B. Die landwirthschaftlichen Straßenlocomotiven.

Die Straßenlocomotiven können in Bezug auf ihre Verwendung in folgende zwei Gruppen eingetheilt werden:

1) Maschinen, welche ausschließlich zum Transport von Lasten bestimmt sind;

2) Maschinen zum Betriebe von Arbeitsmaschinen, versehen mit der Einrichtung, um sich selbst und ihre Arbeitsmaschinen ohne Zuhülfenahme von Spannvieh fortzubewegen.

Die erste dieser Gruppen, d. h. Locomotiven, welche zum Transport von Lasten auf gewöhnlichen Straßen bestimmt sind, jedoch nicht zum Betriebe von Arbeitsmaschinen benutzt werden können, finden in der Landwirthschaft fast keine Verwendung. Diese Maschinen haben sich durchaus noch nicht allgemein bewährt und liefern nur in Ausnahme-

fällen günstige Resultate, z. B. beim Transport außerordentlich schwerer Objecte auf guten Straßen, wie Festungsgeschütze, Brückenträger, schwerer Gußstücke u. s. w. Wo regelmäßig bedeutende Lasten auf guten Wegen zu transportiren sind, z. B. große Massen von Erzen oder Kohlen, liefert eine schmalspurige Schienenbahn, durch Pferde oder Dampfkraft betrieben, fast immer günstigere Betriebsresultate als die Straßenlocomotive. Dem steht übrigens nichts entgegen, daß in Ausnahmefällen die Benutzung der Straßenlocomotive zum Lastentransport als das geeignetste Transportmittel befunden werden kann; thatsächlich sind jedoch diese Fälle überaus seltene. In der Landwirthschaft, wo zu anderweitiger Verwendung, namentlich für die Bearbeitung und Bestellung des Bodens, stets Spannvieh gehalten werden muß, werden sich am seltensten rechnungsmäßige Vortheile aus der Benutzung der Straßenlocomotive, die ausschließlich zum Lastentransport bestimmt ist, ergeben.

Die zweite Gruppe der Straßenlocomotiven bilden diejenigen Locomobilen, welche derartig angeordnet sind, daß sie gewisse Arbeitsmaschinen, namentlich die combinirte Dreschmaschine und die verschiedenen zur Bodenbearbeitung dienenden Geräthe, betreiben können, gleichzeitig aber die Einrichtung besitzen, um sich mit den zugehörigen transportablen Arbeitsmaschinen durch eigene Dampfkraft, also ohne Zuhülfenahme von Spannvieh, fortzubewegen. Es sind dies die speciell landwirthschaftlichen Straßenlocomotiven[1]), welche demnach hier besprochen werden müssen. Die Dampfpfluglocomotiven sind zumeist unmittelbar mit den Einrichtungen (Windetrommeln u. s. w.) versehen, um die Cultivatoren zu betreiben, bilden also eine eigenthümliche Gattung der landwirthschaftlichen Straßenlocomotiven[2]). Uebrigens ist keineswegs ausgeschlossen, daß diese Maschinen in geeigneten Fällen auch zum Lastentransport verwendet werden können.

Bevor wir auf den Effect und den wirthschaftlichen Werth der landwirthschaftlichen Straßenlocomotiven eingehen, muß zunächst die Anordnung derselben geschildert werden[3]). Die Construction der Straßen-

---

1) Die Engländer unterscheiden beide Gruppen bereits durch den Namen; letztere Gattung heißt „agricultural locomotive engine“, erstere nur zum Lastentransport bestimmte „traction engine“.

2) Dieselben werden erst im Abschnitte IV bei den Dampfcultivatoren besprochen.

3) Eine ausführliche Darstellung der verschiedenen, auch der in früherer Zeit benutzten Straßenlocomotiven enthält die Schrift: Treatise on the rise and progress of steam locomotion on common roads by John Head; London 1873, welcher die Fig. 79 und 81 entnommen wurden, sowie Rühlmann's Allgemeine Maschinenlehre III. Band (zweite Auflage) Seite 153—178.

locomotiven hat in den letzten 20 Jahren, speciell seit der zweiten Londoner Weltausstellung 1862, welche denselben den Weg zur practischen Verwendung bahnte, mancherlei Wandelungen durchgemacht; es läßt sich jedoch mit ziemlicher Gewißheit annehmen, daß die heutige Form für längere Zeit hindurch einen typischen Charakter behalten wird. Zum besseren Verständniß werden die Zeichnungen Fig. 79 und 80 dienen,

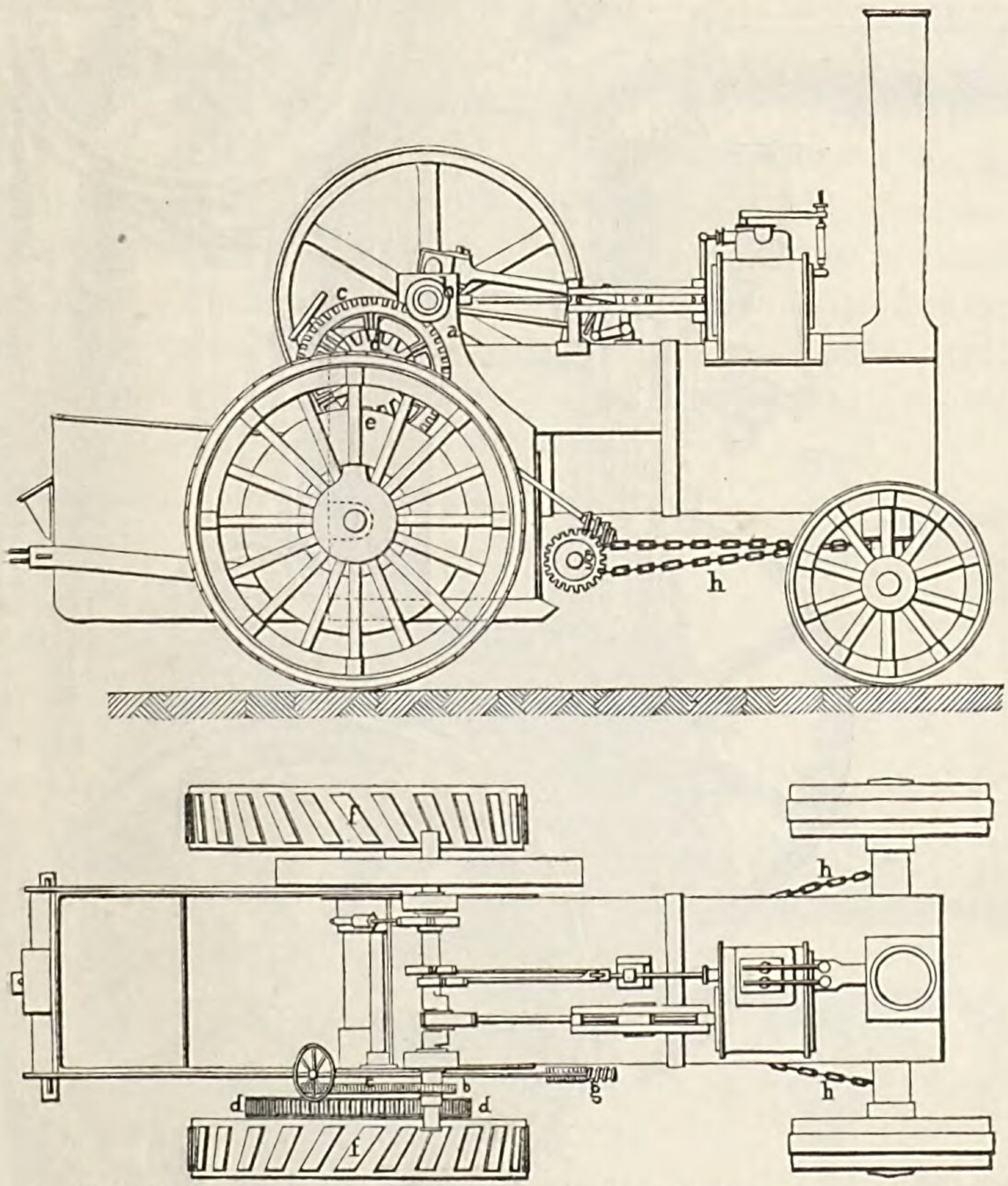


Fig. 79. Straßenlocomotive von Aveling & Porter; Seitenansicht und Grundriß.

von denen erstere die Seitenansicht und den Grundriß, Fig. 80 die perspectivische Ansicht einer der beliebtesten dieser Maschinen, von Aveling & Porter in Rochester, darstellen.

Der Kessel ist der bei den Locomobilen benutzte, mit einem unmittelbar an demselben anschließenden Tender. Da der Betrieb von der Schwungradwelle auf die Hinterräder übertragen wird, so muß diese möglichst nahe zu den Rädern gelagert werden. Hieraus ergiebt sich die fast allgemein adoptirte Anordnung, daß der Dampfcylinder auf dem

cylindrischen Kessel, unweit der Rauchbuchse, die Schwungradwelle auf der Feuerbuchse ihren Platz erhalten. Die Lager der letzteren werden bei

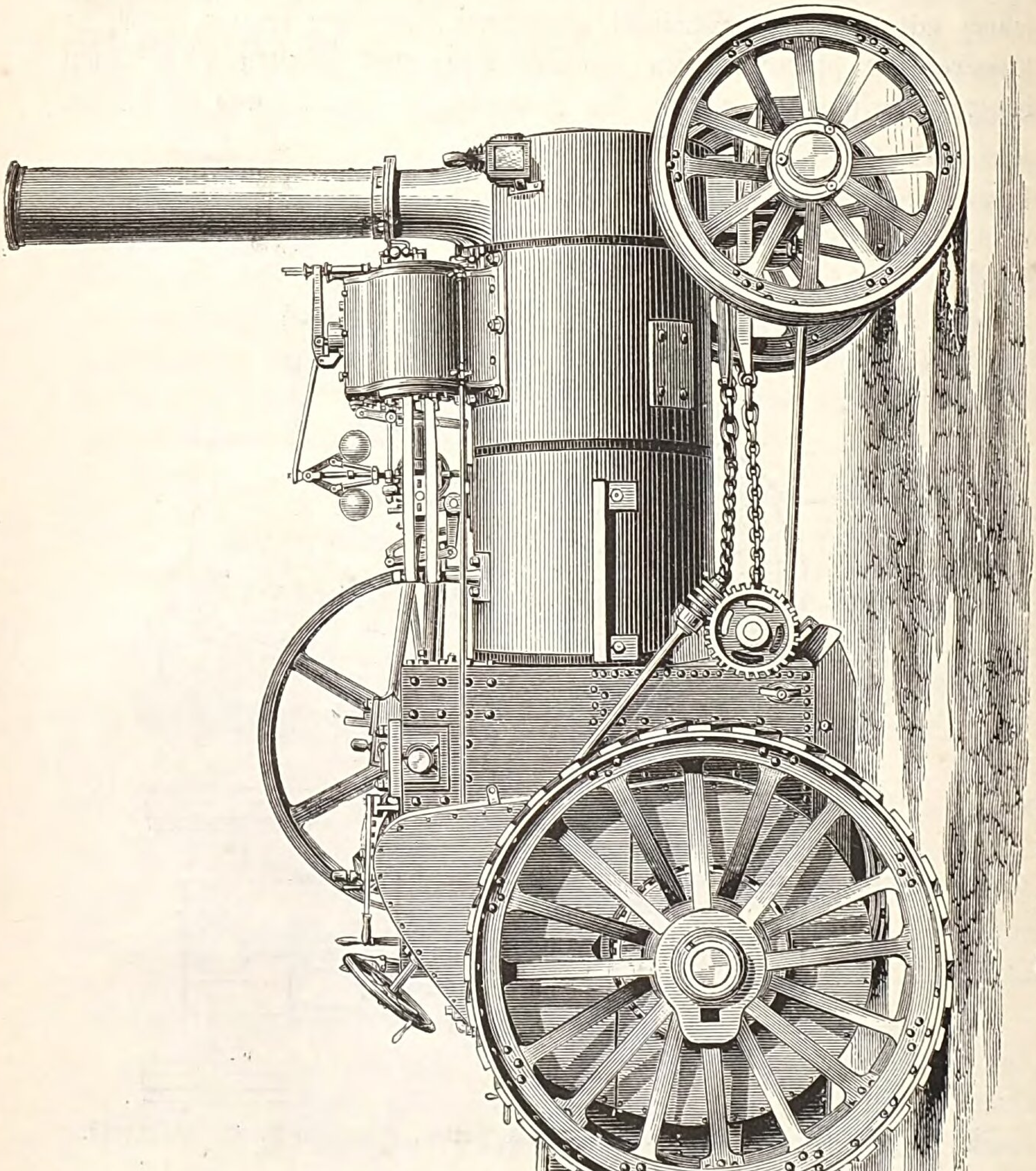


Fig. 80. Straßenlocomotive von Aveling & Porter.

der Aveling'schen Maschine durch die erhöhten Seitenplatten a der Feuerbuchse gebildet, eine Anordnung, durch welche die bei den älteren gußeisernen Sattellagern zuweilen vorgekommenen Brüche sicher vermieden

werden und überdies das Gewicht nicht unerheblich reducirt wird. Die Fahrräder, 1.68 Meter hoch und 0.30 Meter breit, werden durch ein doppeltes Zahnradvorgelege bc, de in Betrieb gesetzt. Dient die Maschine zum Lastenziehen, so ordnet man zumeist das Vorgelege derartig an, daß die Fahrgeschwindigkeit je nach der Größe der Last und der Beschaffenheit der Straße geändert werden kann; in der Regel kann man alsdann mit zwei verschiedenen Geschwindigkeiten fahren. Die Uebertragung geschieht jedoch nicht direct durch das Zwischenrad auf das Fahrrad, sondern mit Hülfe eines Differentialvorgeleges, welches es ermöglicht, daß beim Fahren in einer Curve jedes der beiden Fahrräder die seinem zurückzulegenden Wege entsprechenden Umdrehungen macht, ohne daß das innere Rad gleitet. Hierdurch wird die ganze Reibung dieses Rades am Boden für die Zugkraft verwerthet, so daß letztere beim Fahren der Maschine auf gerader Straße und in einer Curve die nämliche sein muß. Die Anordnung des Differentialvorgeleges ist aus Fig. 81 ersichtlich Das Fahrrad a dreht sich lose auf der Achse b, während das zweite am anderen Ende der Achse sitzende Rad fest auf derselben aufgekeilt ist. Mit der Nabe des Fahrrades ist das conische Rad c verschraubt; ein gleiches conisches Rad d ist fest auf der Achse angebracht. Zwischen beiden dreht sich das Stirnrad e, mittelst eines Zwischenrades von dem auf der Schwungradwelle sitzenden Zahnrade betrieben. Innerhalb seines Kranzes sind die beiden kleinen conischen Räder f f gelagert, die mit den größeren Rädern c und d in Eingriff stehen. So lange der Weg beider Fahrräder der nämliche bleibt, also beim Geradeausfahren, drehen sich die Räder f f mit dem Rade e nur um die Achse b, während eine Drehung um ihre eigenen Achsen nicht erfolgt; die Räder c und d drehen sich mit gleicher Geschwindigkeit. Fährt man dagegen im Bogen, so bleibt das innere Rad in seiner Drehung zurück; durch den hierbei entstehenden Druck, welcher von dem betreffenden Rade, z. B. c auf die kleinen conischen Räder übertragen wird, findet eine derartige Verdrehung statt, daß sich d schneller dreht als c, und zwar entsprechend dem größeren Wege des äußeren Rades. Ein Gleiten erfolgt somit nicht und kann die Maschine beim Befahren von

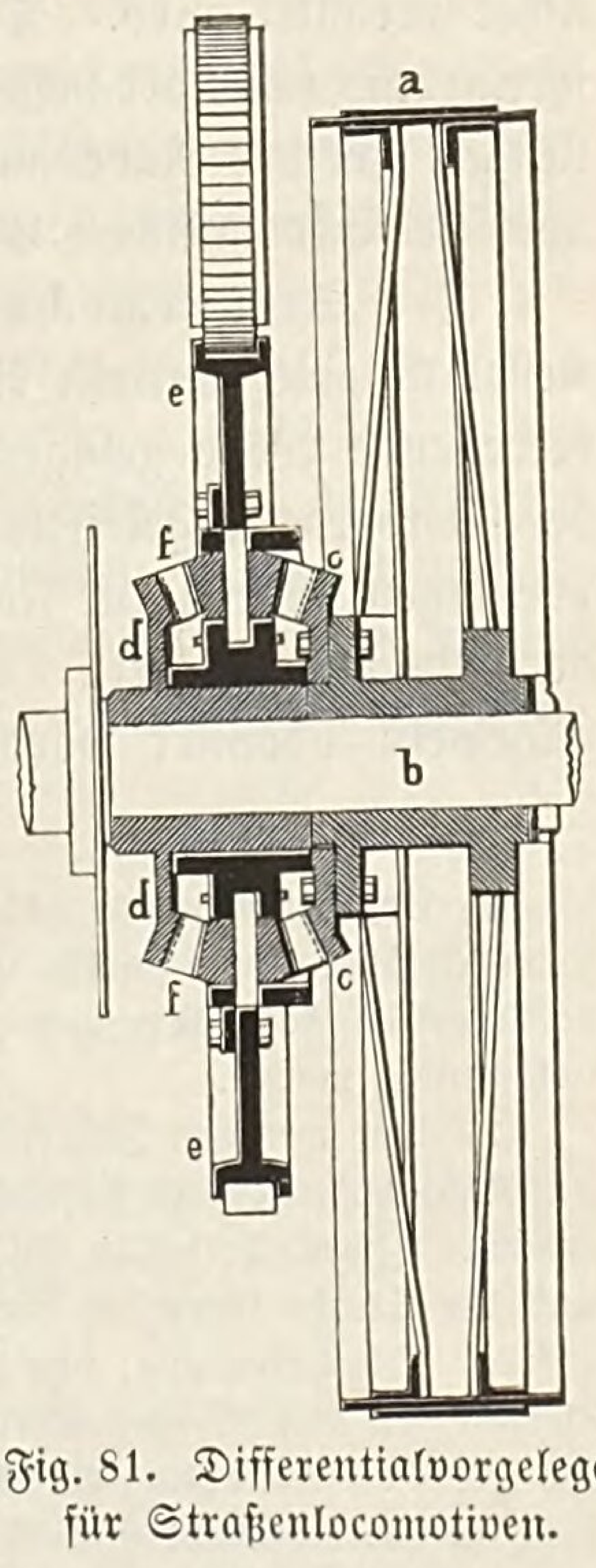


Fig. 81. Differentialvorgelege für Straßenlocomotiven.

Krümmungen die nämliche Last ziehen wie beim Fahren auf gerader Straße[1]).

Es sei noch erwähnt, daß bei den älteren Straßenlocomotiven anstatt der Zahnradvorgelege fast allgemein eine Kettenübertragung zum Betriebe der Fahrräder benutzt wurde, wovon man jedoch in neuester Zeit allgemein abgekommen ist. (Vergl. Seite 183.)

Die Anordnung der Fahrräder ist aus Fig. 79, 80 und Taf. XV (Fowler's Dampfpfluglocomotive) ersichtlich. Die Räder erhalten eine Höhe von 1.50 bis 1.70 Meter und eine Breite von 0.30 bis 0.50 Meter. Letztere Breite wird jedoch nur bei den schwereren Dampfpfluglocomotiven angewendet, welche auf weichem Acker fahren müssen. Der Schnitt Fig. 81 giebt ein deutliches Bild von der Zusammensetzung des Rades. Der Kranz ist aus Schmiedeeisen gefertigt und am besten mit aufgenieteten, schräg gestellten Platten f (Fig. 79) armirt. Diese bewirken einen derartigen Eingriff in den Boden, daß ein Gleiten bei nicht zu schlüpfrigem Terrain sicher verhütet wird. Die Speichen sind ebenfalls aus Schmiedeeisen gefertigt und zwar der besseren Verstrebung wegen abwechselnd in zwei Richtungen von der Nabe aus zu dem Kranze geneigt, eine Anordnung, die auch bei gewöhnlichen Locomobilrädern üblich ist[2]).

Der Steuermechanismus ist in Fig. 79 dargestellt. Unter dem Kessel ist eine, mittelst eines Schneckenvorgeleges g vom Führerstande zu bewegende Welle gelagert, von welcher aus eine nach den beiden Enden der Vorderachse geleitete Kette h die Einstellung der letzteren unter einem beliebigen Winkel zur Fortbewegung bewerkstelligt und so die Einlenkung der Maschine bewirkt. Diese einfache Anordnung ist in neuerer Zeit fast allgemein adoptirt worden, während früher der Steuermann vor der

---

1) Vor Anwendung des geschilderten Differentialvorgeleges war man genöthigt, beim Befahren von starken Curven eines der beiden, gewöhnlich fest mit ihrer Achse verkuppelten Fahrräder von dieser auszulösen, was stets ein Anhalten der Maschine nothwendig machte.

2) Vor wenigen Jahren kamen Räder mit elastischen Umfängen, namentlich mit Kautschukreifen, in Aufnahme, deren Unbrauchbarkeit sich jedoch in nicht langer Zeit erwies. Zweck derselben sollte die Vermehrung der Adhäsion zwischen den Rädern und der Straße sowie die Einschaltung eines federnden Theiles sein, welcher die Stöße abfing. Die Erfindung, von R. W. Thomson in Edinburgh herrührend, fand zunächst allgemeinen Beifall und wurde Seitens der meisten Fabrikanten adoptirt. Es erwies sich jedoch die Abnutzung der Kautschukreifen als eine außerordentliche und zeigten die Versuche zu Wolverhampton 1871, daß die Maschinen mit denselben auf schlüpfrigem Boden gar nicht fahren können. Abgesehen davon sind aber auch die ersten Kosten der Kautschukreifen oder anderer elastischer Radkränze derartig beträchtlich (200 bis 240 Pfund Sterling pro Maschine), daß hierdurch bereits ihre Verwendung nahezu unmöglich gemacht wird.

Maschine Platz nahm und von hier aus den Mechanismus handhabte. Letzteres schien empfehlenswerther, weil der Steuermann etwaige Hindernisse bequem übersehen konnte, hat sich jedoch in der Praxis nicht als erforderlich erwiesen, um so mehr, als beim Antreffen von Hindernissen zumeist ein Anhalten erforderlich ist und dieses allein von dem Führerstande aus bewerkstelligt werden kann. Mit der dargestellten Steuervorrichtung und Benutzung des Differentialvorgeleges kann die Maschine in einem Bogen von 5 Meter Krümmungsradius ohne Schwierigkeiten wenden.

Die wichtigsten Abmessungen einer nominell 8pferdigen landwirthschaftlichen Straßenlocomotive von Aveling & Porter sind folgende:

Cylinderdurchmesser	0.229 M.	Breite derselben	0.31 M.
Kolbenhub	0.305 „	Umsetzung von der Schwungradwelle auf die Fahrräder	15 : 1
Totale Rostfläche	0.40 □M.	Inhalt des Wassertenders	720 Liter
Zahl der Sieberöhren	30	Fassung des Kohlenraumes	480 Kilo.
Durchmesser der Sieberöhren	0.063 M.	Gewicht der betriebsfähigen Maschine	7500 Kilo.
Heizfläche	12 □M.	Länge und Breite der Maschine	5 × 2 M.
Mittlerer Dampfdruck	5 Atm.		
Durchmesser der Fahrräder	1.68 M.		

Zur Berechnung der Arbeitsleistung einer Straßenlocomotive beim Lastenziehen benutzen wir die Seite 185 für den Zugwiderstand bei gewöhnlichen Fuhrwerken gegebene Formel mit Einsetzung von G = O:

$$P = (Q + q)(m + \sin \alpha),$$

$$A = Pv \text{ Meterkilogramm},$$

worin P den Zugwiderstand, q das Gewicht der Maschine, Q die gezogene Last in Kilogramm, A die Arbeitsleistung der Maschine, m den Reibungscoefficienten welcher von dem Zustande der Straße und der Form des Räderumfanges abhängt (im Mittel $= \frac{1}{30}$), α den Steigungswinkel der Straße und v die Fahrgeschwindigkeit in Metern pro Secunde bezeichnen.

Im Durchschnitte zieht eine nominell 8pferdige Straßenlocomotive von 8000 Kilogramm Eigengewicht auf guter horizontaler Straße eine Last von 25000 Kilogramm mit einer Fahrgeschwindigkeit von 1 Meter pro Secunde. Die entsprechende Zugkraft beträgt demnach, wenn der Reibungscoefficient gleich $^1/_{30}$ angenommen wird

$$P = \frac{33000}{30} = 1100 \text{ Kilogramm}$$

und bei 1 Meter secundlicher Fahrgeschwindigkeit würde die Maschine

$$\frac{1100}{75} = 14.66 \text{ effective Pferdekraft}$$

ausüben.

Steigt die Straße beträchtlich, so nimmt die Nutzlast erheblich ab; endlich wird der Fall eintreten, daß die Maschine überhaupt keine Last mehr zu fördern im Stande ist, bez. daß dies nur mit bedeutend verlangsamter Fahrgeschwindigkeit erfolgen kann. Um die Nutzlast zu ermitteln, welche bei verschiedenen Steigungen noch fortgeschafft werden kann, benutzen wir die Gleichung für Q:

$$Q = \frac{P - q\,(m + \sin \alpha)}{m + \sin \alpha}$$

und erhalten durch Einsetzung der nachfolgende Werthe von sin α für die in unserem Beispiele angeführte Maschine:

sin α =	1 : 100	1 : 50	1 : 25	1 : 20	1 : 15	1 : 10
Q =	17384	12625	7000	5200	3000	250 .

Die Steigung, bei welcher die Maschine nur noch im Stande ist, sich selbst ohne Nutzlast fortzubegen, finden wir aus der Beziehung

$$P = 8000 \left(\frac{1}{30} + \sin \alpha\right),$$

wonach sich $\sin \alpha = \frac{1}{9.6}$ berechnet.

Es liegt auf der Hand, daß man bei Ueberwindung von Steigungen durch Verstärkung der Maschinenkraft (Erhöhung der Dampfspannung und der Tourenzahl), soweit dies zulässig, höhere Leistungen erhalten kann als die hier angegebenen normalen, und daß auch solche bei verlangsamter Fahrgeschwindigkeit erzielt werden. In der Regel sind die Straßenlocomotiven, namentlich die zum Ziehen von Lasten bestimmten, wie bereits oben erwähnt, für zwei Fahrgeschwindigkeiten eingerichet und zwar variiren dieselben zwischen 3 und 6 Kilometer pro Stunde. Bei sehr schweren Maschinen ist es überdies vortheilhaft, mit Hülfe eines entsprechenden Vorgeleges ein recht langsames Umsetzungsverhältniß anzuwenden, um beim Einsinken der Maschine in weichem Boden dieselbe durch den am Räderumfange erzeugten Druck herausheben zu können. Für diesen, trotz der breiten Radkränze nicht immer zu vermeidenden Fall versieht man den Umfang der Räder mit grubberartigen Eisen, sog. Beißeisen, welche ein festes Eingreifen der Räder in den Boden bewirken.

Es ließen sich an dem Obigen eine Reihe von Betrachtungen anknüpfen, welche die Leistungsfähigkeit der Straßenlocomotiven gegenüber den Zugthieren darlegen sollen; dieselben können jedoch niemals ohne Unterlage ganz specieller Verhältnisse einen Werth besitzen, wobei für die Landwirthschaft namentlich die anderweitige Verwendung der Zugthiere in Betracht zu ziehen ist. Nur Eines kann als allgemein gültig und zu Gunsten der Dampfkraft für den Lastentransport angeführt werden: Bei dieser stellt sich der Effect innerhalb gewisser Grenzen um so günstiger, je stärker die Maschine ist, während bei den Zugthieren, wie Seite 34 hervorgehoben, der Effect mit der Zahl der Zugthiere abnimmt. Dieser Umstand giebt uns bereis eine Erklärung dafür, daß für schwache Leistungen die Zugthiere nicht vortheilhaft durch Locomotiven zu ersetzen sind, z. B. für die Leistung von 1 und 2 Pferden, daß dies aber unter gewissen Umständen bei 8 und 10 erforderlichen Pferdekräften recht gut möglich ist.

Da die landwirthschaftliche Straßenlocomotive in erster Reihe zum Betriebe der Dreschmaschine dient und nur befähigt ist, sich selbst mit der Dreschmaschine und anderen etwa zugehörigen Arbeitsmaschinen zu transportiren, so ist hier namentlich die Frage zu beantworten, in welchen Fällen es vortheilhaft erscheint, die Straßenlocomotive anstatt der gewöhnlichen Locomobile zu verwenden. Vorausgesetzt, daß die Wege, Brücken u. s. w. [1]) überhaupt die Verwendung der Straßenlocomotive zulassen, wird sich diese speciell als Betriebsmaschine derjenigen combinirten Dreschmaschinen eignen, welche zur Miethe arbeiten und häufig den Arbeitsort verändern müssen, da in diesem Falle die gemeinhin dem Miether aufgelegte Last, die Maschinen mit seinen Zugthieren von dem letzten Arbeitsorte abholen zu müssen, entfällt. Auch bei genossenschaftlichen Unternehmungen, an welchen viele Grundbesitzer betheiligt sind, möchte die selbstbewegliche Maschine der durch Spannvieh zu transportirenden vielfach vorzuziehen sein. Anders stellt sich aber die Sachlage, wenn der Dreschapparat im eigenen Besitze eines Landwirthes ist und in diesem seine ausschließliche Verwendung findet. Hier werden, da der Transport nur selten und stets auf kurze Entfernungen zu erfolgen hat, die Kosten des Fahrens durch Dampfkraft in der Regel höhere sein als bei Vorlegung von Spannkraft, wie folgende Rechnung zeigt:

Eine gewöhnliche Locomobile von nominell 8 Pferdekraft kostet nach den neueren englischen Preislisten 210 Pf. St., eine Locomotive gleicher Leistung 410 Pf. St., also 200 Pf. St. oder 4000 Mark mehr. Die Selbstbeweglichkeit der Maschine verursacht daher folgende jährlichen Kosten:

Zins,	6 Procent von 4000 Mark	. . . .	Mark 240. —
Amortisation	10 " " " "	. . . .	" 400. —
Reparaturen	2 " " " "	. . . .	" 80. —
		Zusammen:	Mark 720. —

Für diesen Betrag erhält die Maschine erst die Eigenschaft, sich ohne Spannvieh mit ihrer Arbeitsmaschine von Ort zu Ort zu bewegen, wozu noch die Betriebskosten während der Fahrt, als Brennmaterial, Wasserzufuhr, Schmiere u. s. w. kommen. Auch der Maschinist wird in vielen Fällen in Anrechnung zu bringen sein, da für die gewöhnliche Locomobile ein aufgeweckter ländlicher Arbeiter angestellt werden kann, während die Locomotive einen gelernten Maschinisten erforderlich macht. Jedenfalls ist ersichtlich, daß sich im günstigsten Falle die Kosten des Selbstfahrens im Jahre auf 1000 Mark beziffern werden, oder mit anderen

1) Und auch die localen Polizeivorschriften!

Worten, daß die Kosten des Maschinentransportes durch Spannvieh mindestens 1000 Mark betragen müssen, wenn die Verwendung der Locomotive anstatt der Locomobile vortheilhaft sein soll.

Besondere Schwierigkeit verursacht es, Mittelwerthe für den Kohlenverbrauch der Straßenlocomotiven beim Lastenziehen anzugeben, wenn man diesen aus practischen Ergebnissen und nicht aus kurzen Versuchen unter günstigsten Verhältnissen entnehmen will. Der Zustand der Straßen, die Steigungen derselben, die Ausnutzung der Maschine in Betreff der angehängten Last und der Dauer der Arbeit werden den Verbrauch an Brennmaterial nicht unerheblich beeinflussen. Es mögen demnach hier nur einige zuverlässige Daten aus der Praxis folgen:

1) Eine Fowler'sche Straßenlocomotive[1]) von nominell 8 Pferdekraft fördert täglich eine Last von 9000 Kilogramm 11.2 Kilometer weit auf einer Straße, welche auf 2.8 Kilometer Länge eine Steigung von 1 : 20 besitzt, im Uebrigen horizontal ist; hierauf gehen die Wagen an dem nämlichen Tage leer zurück. Kohlenverbrauch pro Tag 400 Kilogramm.

2) Eine Aveling'sche Straßenlocomotive[2]) (agricultural locomotive) von nom. 10 Pferdekraft fördert täglich 12000 Kilogramm 16 Kilometer weit und gehen die Wagen leer zurück; Kohlenverbrauch gleichfalls 400 Kilogramm pro Tag.

3) Eine Aveling'sche Straßenlocomotive von nom. 6 Pferdekraft[3]) mit angehängten zwei Waggons und einer Nettolast von 10000 Kilogramm, welche Steigungen von 1 : 9 überwinden muß, fährt die Meile (7500 Meter) in 2 Stunden und consumirt bei trockener Straße 60 Kilogramm Kohle pro Stunde.

4) Eine Aveling'sche landwirthschaftliche Straßenlocomotive von nom. 8 Pferdekraft kann nach den Angaben der Fabrikanten auf guten Wegen bei Steigungen bis 1 : 12 und geringer Fahrgeschwindigkeit eine Last von 17500 Kilogramm ziehen; Kohlenverbrauch bei schwerer Arbeit stündlich 50 Kilogramm.

Diese Angaben könnten noch beträchtlich vermehrt werden; man würde aber trotzdem nicht in der Lage sein, aus denselben Mittelwerthe für den Kohlenverbrauch pro Tonne geförderter Last und Kilometer zu ziehen, da die zu Grunde gelegten Verhältnisse nicht übereinstimmen. Es können deßhalb derartige Mittelwerthe überhaupt keine generelle Richtigkeit besitzen, und unterlasse ich eine Aufführung derselben sowie den Versuch, die Kosten des Transportes pro Tonne geförderter Last und Kilometer zu berechnen. Nur die Preise der Maschinen sind hier noch zu geben, um die Möglichkeit zu gewähren, unter Zugrundelegung präciser Verhältnisse eine Kostenberechnung aufzustellen:

1) John Head, Rise and progress of steam locomotion on common roads, Seite 45.

2) Ebendaselbst Seite 43.

3) Wiener landwirthschaftliche Zeitung 1877 Nr. 15.

Nominelle Pferdekraft	6	8	10
Preise englischer Straßenlocomotiven für landwirthschaftliche Zwecke loco Deutschland (Magdeburg oder Bromberg) in Mark (nach den Preislisten von 1878)	8000 bis 8800	10000 bis 10200	12000 bis 13700

C. Die Schienenbahnen.

Gegenüber dem Transport auf gewöhnlichen Straßen gewährt der Transport auf eisernen Schienen den Vortheil, daß ein Zugthier bei gleicher Anstrengung ungefähr das zehnfache Quantum fortbewegen kann. Dem steht jedoch der Nachtheil gegenüber, daß die Anlagekosten der Eisenbahn zumeist recht erhebliche sind, so daß sich nur in dem Falle eine Rentabilität ergiebt, daß das Förderquantum ein sehr beträchtliches ist und die Mehrkosten für Verzinsung, Amortisation und Unterhaltung der Schienenbahn sich auf große Mengen der zu transportirenden Ware vertheilen. Wo also, ein günstiges Terrain vorausgesetzt, regelmäßig große Quantitäten gleicher oder ähnlicher Objecte zu transportiren sind, wie dies z. B. bei dem Betriebe von landwirthschaftlich-industriellen Unternehmungen vielfach der Fall ist, da erweist sich die Schienenbahn zumeist als vortheilhaft. Wo dagegen die zu fördernden Objecte in geringen Mengen nach den verschiedensten Richtungen geleitet werden müssen, so daß die pro Längeneinheit der Schienenbahn zu transportirende Last nur gering ist, da wird sich eine Rentabilität der Anlage in der Regel nicht oder nur unter ganz besonderen Umständen erweisen.

Dieser letztere Fall tritt bei den Transportobjecten im directen Betriebe der Landwirthschaft ein, wo die Aufgabe vorliegt, Dünger, Mergel, Erde, Saatgut auf die einzelnen Feldflächen, die geernteten Producte von denselben in die Wirthschaftshöfe zu transportiren, ferner eine Verbindung der einzelnen Gebäude, z. B. der Ställe mit dem Aufbewahrungsorte für das Futter u. s. w. herzustellen. Für diese Aufgaben wird sich bei Anwendung der gewöhnlichen festen Schmalspurbahnen, wie sie in Bergwerken, Steinbrüchen, Zuckerfabriken u. s. w. in vortheilhaftester Anwendung sind, eine Rentabilität nicht ergeben, da die pro Längeneinheit der Bahn zu transportirende Last gemeinhin eine zu geringe ist.

Trotzdem scheint es, als sollte es dem intensiven Landwirthschaftsbetriebe künftighin ermöglicht werden, die Vortheile des Schienentransportes für sich nutzbar zu machen, ohne den hervorgehobenen Nachtheil mit in den Kauf nehmen zu müssen, und zwar durch Verwendung leichter transportabler Bahnen, welche, schnell gelegt und nach der Be-

nutzung zu anderen Zwecken verwendet, bei großer Billigkeit es gestatten, auf der nämlichen Schiene die für die Rentabilität erforderlichen Fördermengen zu transportiren. Es sei voraus bemerkt, daß die Entwicklung dieser transportablen Schienenwege sich noch in ihrem ersten Stadium befindet und daß bisher noch keine allgemein gültigen Erfahrungen über den Werth derselben vorliegen, daß man aber trotzdem berechtigt ist, das System der transportablen Bahnen, speciell für den Dienst im Betriebe der Landwirthschaft, als ein vielversprechendes zu bezeichnen. Zum Verständniß desselben soll hier das neueste System der transportablen Eisenbahnen, von Decauville in Petit-Bourg (Frankreich), geschildert werden, welches in den letzten Jahren eine beträchtliche Verbreitung gefunden hat. Taf. VII giebt eine Darstellung des „Transporteur Decauville" sowohl der Schienenbahn mit ihrem Zubehör als auch der für landwirthschaftliche Zwecke angewendeten Fahrzeuge. Die Spurbreite der Schienen beträgt in der Regel 0.40 Meter; der Holzschnitt Fig. 82 zeigt das Profil derselben in natürlicher Größe. Auf den geraden Strecken beträgt die Länge der Schienen 5 Meter, in den Curven und Anschlußstücken 2.50 und 1.25 Meter bei einem Gewichte von 4 Kilogramm pro Meter Länge. Taf. VII, Fig. 1 giebt die Zusammensetzung des Schienenstranges. In Abständen von 1.25 Meter sind die beiden Schienen eines Stranges durch angenietete Traversen aus Flacheisen mit einander verbunden, deren Querschnitt 80 × 5 Millimeter beträgt; es werden so einzelne leiterartige Joche gebildet, welche bei 5 Meter Länge 47 Kilogramm wiegen, so daß dieselben von einem oder zwei Arbeitern ohne Schwierigkeit auf kurzen Entfernungen transportirt werden können.

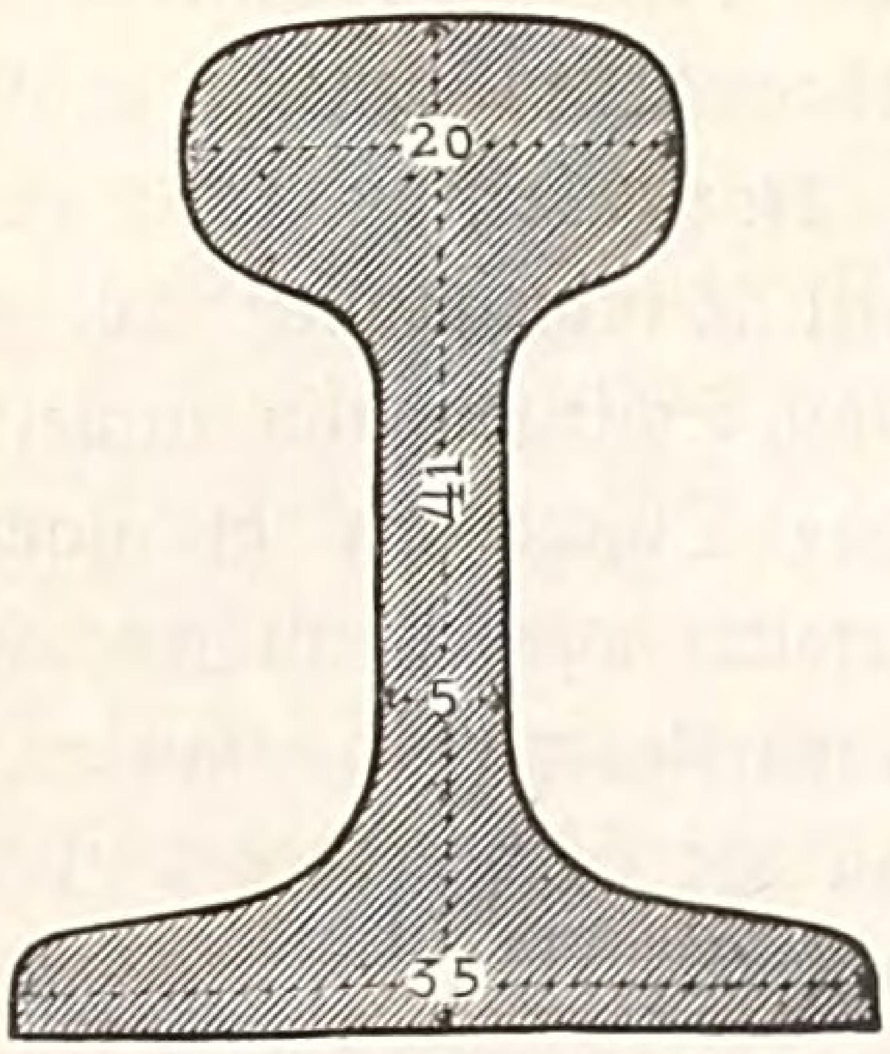


Fig. 82. Eisenbahnschiene von Decauville, Profil.

Ueberaus einfach und practisch ist die auf Taf. VII, Fig. 2 dargestellte Stoßverbindung für zwei an einander schließende Joche. Eines der beiden Enden trägt auf einer Seite festgenietete Laschen, während das andere Ende stumpf abgeschnitten ist. Soll das Geleise gelegt werden, so schiebt man die Laschen unter die Schienenköpfe des anderen Jochendes, wodurch eine angemessen solide Verbindung erzielt wird. Man ist jetzt im Stande, den Schienenstrang im Ganzen in die Höhe zu heben, ohne die Verbindung zu zerstören.

In der Regel genügt das Auflager auf den Traversen und den Schienenfüßen; jedoch ist jede Traverse mit zwei Löchern versehen, um

die Joche mit untergelegten Brettern zu verbinden, falls ein lockeres Terrain zu überschreiten oder das Geleise mit Hülfe von Holzschwellen definitiv festzulegen ist. Zumeist reicht jedoch eine etwa 0.05 Meter tiefe Ausgrabung zur Aufnahme der Traversen und Schienenfüße hin, um das Geleise hinlänglich fest zu legen.

Die erforderlichen Kurven können bei der geringen Spurbreite sehr scharf erstellt werden: für Pferdebetrieb erhalten die Joche einen Krümmungsradius von 8 Meter, für den Betrieb durch Arbeiter von 6 und 4 Meter. Ausnahmsweise wird für letzteren auch eine Krümmung von 2 Meter Radius in Anwendung gebracht, wenn das Terrain dies nothwendig macht; jedoch ist es in diesem Falle erforderlich, die äußere Schiene einzufetten.

Nach den Angaben des Erfinders genügen bei Transportarbeiten, welche die häufigsten Versetzungen des Schienenstranges nothwendig machen, z. B. dem Abbringen der Rüben vom Felde, vier Arbeiter, um einen Schienenstrang von 240 Meter Länge in der Zeit von einer Stunde aufzuheben und in 30 Meter Entfernung wieder zu legen.

Die Weichen werden auf sehr einfache Art mit einem Joche von 1.25 Meter Länge gebildet, welches als bewegliche Weichenzunge vor der fixen Weichenconstruction liegt, deren Radius 4 bis 8 Meter beträgt. Die Bedienung der stellbaren Stockschiene erfolgt einfach mit dem Fuße, indem der Arbeiter dieselbe mit dem einen der Stränge in Communication bringt. Das Herzstück der Kreuzung ist aus Hartguß hergestellt. Es werden vier verschiedene Arten von Weichen in den angegebenen Krümmungsradien ausgeführt, und zwar für zwei symetrisch gegabelte Geleise, Taf. VII Fig. 1 (rechts), für einen geraden Strang und Abzweigung entweder nach rechts oder nach links, Taf. VII Fig. 1 (links), und endlich für drei Geleise Taf. VII Fig. 3.

Während in der Regel die Weiche das geeignetste Mittel zur Ableitung des Wagens von einem Strange auf einen anderen ist, empfiehlt sich bei beengtem Terrain, z. B. in Wirthschaftshöfen oder dem Inneren von Gebäuden, die Drehscheibe, um Kreuzungen unter jedem beliebigen, z. B. einem rechten Winkel, ohne jede Schwierigkeit zu passiren, was hier sehr häufig erforderlich ist. Taf. VII Fig. 4 stellt die Drehscheibe der Decauville'schen Bahn im Grundrisse und Verticalschnitte dar. Sie besteht aus zwei über einander liegenden Platten, von denen die untere den Drehzapfen trägt. Die kleinen aus der Durchschnittszeichnung ersichtlichen Laufrollen geben der oberen drehbaren Platte die erforderliche Führung. Auch die Drehscheibe kann transportabel hergestellt werden; in diesem Falle wiegt dieselbe nur 80 Kilogramm. Im Allgemeinen

wird es sich jedoch empfehlen, dieselbe etwas kräftiger zu verwenden und auf das häufige Transportiren zu verzichten.

Taf. VII Fig. 5 stellt den transportablen Wegeübergang dieses Systemes dar; es werden zur Bildung desselben auf den Traversen Eichenbohlen aufgeschraubt und außerhalb der Schienen schräg geschnittene Auffahrten, ebenfalls aus Holz, angebracht. Das Gewicht eines derartigen Ueberganges beträgt 35 Kilogramm pro laufendes Meter, die Jochlänge 1.25 Meter und wird das Querprofil vollständig mit der Straßenkrümmung übereinstimmend hergestellt. Uebrigens steht nichts im Wege, für Straßenkreuzungen Schienen des Tramwaysystemes oder Gegenschienen anzuwenden; in den meisten Fällen genügt jedoch der hier dargestellte Wegeübergang.

Die zu transportirende Last wird in einzelnen Partien von 300 bis höchstens 400 Kilogramm Gewicht in je einem Fahrzeuge untergebracht, wodurch selbst bei sehr mangelhaftem Auflager der Joche auf dem Boden eine Ueberlastung der schwachen Schienen nicht stattfinden kann. Die Fahrzeuge, stets mit vier Rädern versehen und ganz aus Eisen gefertigt, werden je nach den zu transportirenden Objecten in verschiedenster Weise ausgeführt. Auf Taf. VII sind einige Beispiele angegeben; Fig. 6, 7, 12 und 13 stellen den Platformwagen, den sog. „Transporteur", speciell für land- und forstwirthschaftliche Zwecke bestimmt, dar. Das Gestell wird von zwei schmiedeeisernen Trägern in I förmigem Querschnitte gebildet, an deren unteren Flächen die festen Achsen angebracht sind. Auf diesen drehen sich die Räder, aus Hartguß gefertigt, lose. Das Schmieren derselben geschieht mittelst Harzöl durch ein in den Naben angebrachtes kleines Loch. Oben sind auf den Längsträgern Blechplatten von 3 Millimeter Stärke angenietet, welche an jedem Ende durch Winkeleisenschienen verbunden sind; dieselben dienen als Platform und gleichzeitig zum Schutze der Räder vor dem von den Körben und anderweitigen Behältern herunterfallenden Staub und Erde. In der Mitte ist die Platform offen, was z. B. bei dem Transport von Rüben den Vortheil gewährt, daß die sich von denselben abschüttelnde Erde zu Boden fallen kann.

Zur Anspannung sowie zur Verbindung mehrerer Wagen dienen eiserne Zugstangen Taf. VII Fig. 6 und 7, deren Enden einerseits mit einem Auge, andererseits mit einem kräftigen Haken versehen sind. An den Achsen ist die Zugstange mittelst zweier Bolzen befestigt. Der Haken überragt die Enden der Längsträger nicht, so daß er vor Stößen geschützt ist.

Das Gewicht des Transporteurs beträgt bei 0.40 Meter Spurbreite 47 Kilogramm; bei einer Stärke der Achsschenkel von 23 Milli-

meter empfiehlt es sich, die pro Wagen zu transportirende Last mit 250 Kilogramm zu limitiren, da sich andernfalls die Achsen zu schnell abnutzen.

Für den Transport von Rüben, Kartoffeln, ferner des Strohdüngers und ähnlicher Materialien ist es sehr empfehlenswerth, auf dem Platformwagen den auf Taf. VII Fig. 6 bis 8 in zwei Seitenansichten und dem Grundrisse dargestellten Tragkorb anzuwenden. Derselbe ist durchbrochen, aus Rund- und Flacheisen construirt und sehr solide zusammengenietet; sein Gewicht beträgt einschließlich der hölzernen Handhaben 18 Kilogramm. Ein derartiger Korb faßt 120 bis 150 Kilogramm Rüben und kann von zwei kräftigen Arbeitern 15 Meter nach jeder Seite des Geleises getragen werden. Führt die Bahn dicht bei Bäumen oder Gebäuden vorbei, so werden Tragkörbe verwendet, deren Handhaben abgenommen werden können.

Durch Versuche ist ermittelt worden, daß vier Arbeiter nebst einem, von einem Jungen geführten Pferde in 10 Stunden mindestens 40,000 Kilogramm Rüben von einem 300 Meter langen Felde wegschaffen können. Das hierzu erforderliche Material bestand aus 300 Meter geraden Schienenjochen, einer Kreuzung, 6 Kurven, 24 Wagen und 36 Tragkörben.

Liegt die Aufgabe vor, mittelst des Transporteurs Holz aus Wäldern abzufahren, so wird derselbe mit der Taf. VII Fig. 12 und 13 dargestellten Drehgabel versehen. Die Stämme von beliebiger Länge werden an jedem Ende durch einen Transporteur unterstützt, dessen Gabel frei nach allen Richtungen drehbar ist. Da sich dieselbe stets von selbst in die entsprechende Richtung einstellt, so können Stämme von sehr beträchtlicher Länge, und zwar bis 20 Meter, Kurven von 6 und 8 Meter Krümmungsradius ohne Anstand passiren. Wie aus Fig. 13 ersichtlich, kann ein Arm der Gabel herausgenommen werden, um das Aufladen zu erleichtern.

Transporteure mit Achsbuchsen. Taf. VII Fig. 9 bis 11. Diese nach Art der gewöhnlichen Eisenbahnfahrzeuge construirten Wagen mit rotirenden Achsen besitzen eine weit größere Tragfähigkeit als die erst beschriebenen mit festen Achsen. Die Längsträger sind aus U Eisen gebildet und an den Enden durch Winkeleisen mit einander vereinigt. Die Achsen laufen in Bronzelagern, welche in gußeisernen Kapseln eingeschlossen sind, die einen vollständigen Abschluß der Zapfen gegen Staub und Sand bewirken. Zum Schmieren dient ein kleiner, mit Oel getränkter Schwamm, welcher unter dem Lager in einem gußeisernen Be-

hälter eingeschlossen ist. Die Abnutzung trifft bei dieser Anordnung lediglich die Bronzeschalen, welche leicht ersetzt werden können. Bei den gewöhnlichen Transporteuren mit Kippkasten werden die Längsträger mit den Achsbuchsen aus einem Gußstücke gefertigt; in dieser Anordnung beträgt das Gewicht des Wagens ohne Buffer bei einer Spurweite von 0.40 Meter 83 Kilogramm.

Der auf Taf. VII Fig. 9 bis 11 dargestellte Transporteur ist mit einem aufgesetzten Kippkasten versehen, der das schnelle Ausladen des ganzen Inhaltes ermöglicht. Derselbe besteht aus Eisenblech von 3 Millimeter Dicke, verstärkt durch Winkeleisen und wird mittelst zweier Böcke auf der Platform des Wagens aufgesetzt. Durch einen einfachen Mechanismus (Fig. 9 und 10) erfolgt unmittelbar beim Umkippen das Oeffnen der Seitenklappe, aus welcher die Entleerung stattfindet. Die an den Enden der Wagen halbkreisförmig gekrümmten Theile, aus Flacheisen hergestellt, vertreten die Stelle der Buffer; sie ragen soweit über den Längsträgern hervor, daß die Kasten sich oben nicht berühren. Die Verkuppelung der Wagen erfolgt mittelst Haken und Ringe. Dieses System erleichtert die Bewegung der Wagen in den Curven außerordentlich und gewährt beim Zusammenstoße genügende Elasticität. Der Fassungsraum des Kippkastens ist bei der Spurweite von 0.40 Meter 0.2 Cubikmeter. Das Gewicht des Kippkastens beträgt einschl. den beiden Stützen und der Vorrichtung zum Oeffnen 70 Kilogramm, ein Paar Buffer wiegt 10 Kilogramm Auf horizontaler Strecke kann ein Pferd, zur Seite des Geleises gehend und mittelst einer 4 bis 5 Meter langen Kette angespannt, zwölf Kippkasten-Transporteure mit Leichtigkeit ziehen, bei Steigungen von 1 : 15 jedoch nur sechs. Bei starkem Gefälle wendet man eine Hebelbremse an, mittelst welcher die vier Räder des Transporteurs augenblicklich angehalten werden.

Die Preise der einzelnen Theile der Decauville'schen transportablen Bahn sind aus nachfolgender Zusammenstellung (nach einer Preisliste vom 1. September 1878) zu ersehen:

Gewicht der Schienen: 4 Kilogramm pro Meter. Spurweite Meter	0.40	0.50
Gerade Schienenstränge in Jochen von 5 Meter Länge pro lauf. Meter. Mark	3.80	4.00
„ „ „ „ „ 2.50 „ „ „ „ „ „	4.00	4.20
„ „ „ „ „ 1.25 „ „ „ „ „ „	4.20	4.40
Gekrümmte Schienenjoche von 2.50 Meter Länge in Radien von 4 bis 8 Meter pro laufendes Meter . . . . Mark	5.20	5.40
Gekrümmte Schienenjoche von 1.25 Meter Länge in Radien von 4 bis 8 Meter pro laufendes Meter . . . . Mark	5.60	5.80
Transportable Wegübergänge in Jochen von 1.25 Meter Länge pro laufendes Meter . . . . Mark	10.80	12.00

Gewicht der Schienen: 4 Kilogramm pro Meter. Spurweite Meter	0.40	0.50
Kreuzungen mit 2 Geleisen in Radien von 4 bis 8 Meter pro Stück. Mark	44.00	50.00
„ „ 3 „ „ „ „ „ „ „ „ . „	76.00	88.00
Transportable Drehscheibe „ „ . „	68.00	80.00
Waggon mit festen Achsen, 250 Kilogr. Tragkraft, 0.60 Meter Länge pro Stück . . . . Mark	28.00	32.00
Waggon mit festen Achsen, 250 Kilogr. Tragkraft, 1 Meter Länge pro Stück . . . . Mark	36.00	40.00
Waggon mit beweglichen Achsen, 500 Kilogr. Tragkraft, 0.60 Meter Länge pro Stück . . . . Mark	38.00	42.00
Waggon mit beweglichen Achsen, 500 Kilogr. Tragkraft, 0.70 Meter Länge pro Stück . . . . Mark	40.00	44.00
Durchbrochener Tragkorb für Rüben, Kartoffeln u. s. w. pro Stück „	12.00	12.00
„ „ mit losen Handhaben „ „ „	13.20	13.20
Korb zum Transport von Stroh, Futter, Reisig u. s. w. (1.50 M. lang, 1.00 M. breit, 0.70 M. hoch) pro Stück . . . . Mark	30.00	30.00
Kippkasten zum Transport des Düngers pro Stück . . . . . . „	32.00	38.00
Drehgabel für Bäume jeder Länge 0.50 Meter Durchmesser pro Stück „	16.00	20.00
Bremse, gegen 4 Räder wirkend „ „ „	24.00	2.800

D. Die Drahtseilbahnen.

Zu den neueren Transportmitteln, welche in erster Reihe für die Förderung von Industrieproducten dienen, unter Umständen aber auch in der Landwirthschaft vortheilhafte Verwendung finden können, gehören die Drahtseilbahnen. Mittelst derselben wird die zu fördernde Last, in kleinen Partien von 50 bis 250 Kilogramm Gewicht getheilt, continuirlich auf, über dem Erdboden ausgespannten und in geeigneter Weise unterstützten Drahtseilen von einem Orte zu einem anderen geleitet, welcher oft in beträchtlicher Entfernung von dem Aufgabeorte gelegen ist. Die Anlage einer Drahtseilbahn ist nur angezeigt, wenn die Terrainbeschaffenheit den Bau einer Straße oder Eisenbahn erheblich erschweren, namentlich wenn die Steigungen der Straße zu beträchtlich ausfallen würden, oder wenn kostspielige Brückenbauten zur Herstellung der Communication unmittelbar auf dem Erdboden nothwendig wären. Während Straßenbahnen bei günstiger Terraingestaltung den Drahtseilbahnen stets vorzuziehen sind, sind diese somit am Orte, wenn beträchtliche Schluchten oder Flußthäler zu kreuzen sind, wo sowohl die Anlage der Straßenbahn als auch der Transport auf derselben schwierig und oft in hohem Grade kostspielig sein würde.

Geeignete Materialien zum Transport mittelst der Drahtseilbahn sind Erde, Torf, Kohlen, Wurzelfrüchte, namentlich Rüben und Kartoffeln, Cerealien, überdies eine große Anzahl von Industrieproducten, wie namentlich Eisen- und Kupfererze, Kreide, Cement u. s. w.

Die Drahtseilbahnen können in folgende, wesentlich von einander verschiedenen Systeme eingetheilt werden:

a) Seilbahnen mit endlosen Seilen, welche sich mit den zu transportirenden Lasten bewegen;

b) Seilbahnen mit festen Seilen, auf welchen die Lasten mittelst besonderer Zugseile transportirt werden.

a) Seilbahnen mit endlosem Seilbetriebe.

Zu dem ersten Systeme gehört die in neuerer Zeit vielfach zur Anwendung gebrachte Drahtseilbahn des englischen Ingenieurs Hodgson. Das endlose Seil liegt über zwei horizontale Scheiben, von denen die eine den Antrieb durch eine Dampfmaschine erhält. Das Seil bewegt sich, entsprechend der Drehungsrichtung der getriebenen Scheibe, derartig, daß beide Seiten desselben die entgegengesetzte Richtung haben. Auf der einen werden die beladenen Gefäße von dem Aufgabeorte nach der Abladestelle, auf der anderen Seite die dort entleerten Gefäße wieder zum Aufgabeorte zurück befördert. In Entfernungen von etwa 90 bis 100 Meter werden die beiden Seilhälften durch Rollen unterstützt, welche auf hölzernen, zumeist nach Art eines Sprengewerkes construirten, solide am Boden befestigten Gerüsten ruhen. Zwischen je zwei Rollen besitzt das Seil somit die seiner Schwere und der Entfernung der Unterstützungspunkte entsprechende Durchhängung. Taf. V Fig. 20 zeigt den oberen Theil eines derartigen Rollengerüstes mit den beiden Rollen a. Die zu fördernde Last befindet sich in Kübeln b, welche oben mit einer gekröpften Stange c versehen sind. Diese greift bei ihrer Fortbewegung im demt Seile um die Rollen herum, so daß die Kübel die Seilunterstützung unbehindert passiren können. Am oberen Ende der Stange befindet sich ein Holzklotz d Taf. V Fig. 21, mittelst welches der Kübel auf dem Seile ruht. Die Auflagestelle ist mit einer ausgeschrägten Nuth versehen, wodurch dem Klotze ein derartiges Auflager gegeben wird, daß ein Gleiten des Kübels auf dem Seile nicht stattfinden kann. Dieser Ausschnitt ermöglicht es auch, daß die Kübel über den Tragrollen hinweggleiten und zwar werden sie beim Antreffen derselben in Folge ihres Beharrungsvermögens so weit fortgeführt, bis sie wiederum mit dem Seile in Berührung kommen.

Um das Seil stets in angemessener Spannung zu erhalten, welche bereits bei jedem stärkeren Temperaturwechsel regulirt werden muß, legt Hodgson bei seinen neueren Anlagen das Seil nicht über zwei horizontale Scheiben, sondern nur an einem Ende über eine, schwach nach auswärts geneigte Scheibe; an dem anderen, wo sich der Antrieb befindet,

wird von der Dampfmaschine zunächst eine stehende Scheibe betrieben, von welcher das Seil über einer supportartig verschiebbaren Spannscheibe nach einer zweiten stehenden Scheibe und endlich über die ersten horizontalen Rollen aa geleitet wird.

Es ist nicht erforderlich, daß die Seiltrace eine gerade Linie bildet; durch geeignete Führungsrollen ist man im Stande, dieselbe unter einem stumpfen Winkel zu leiten und bestehen mehrere derartige, von Hodgson ausgeführte Anlagen in England.

Zum Entladen der Kübel dient eine halbkreisförmig gebogene Schiene, auf welcher zwei kleine, an den Kübelstangen angebrachte Rollen (e auf Taf. V Fig. 21) auflaufen. Fig. 83 stellt die Seitenansicht und den Grundriß

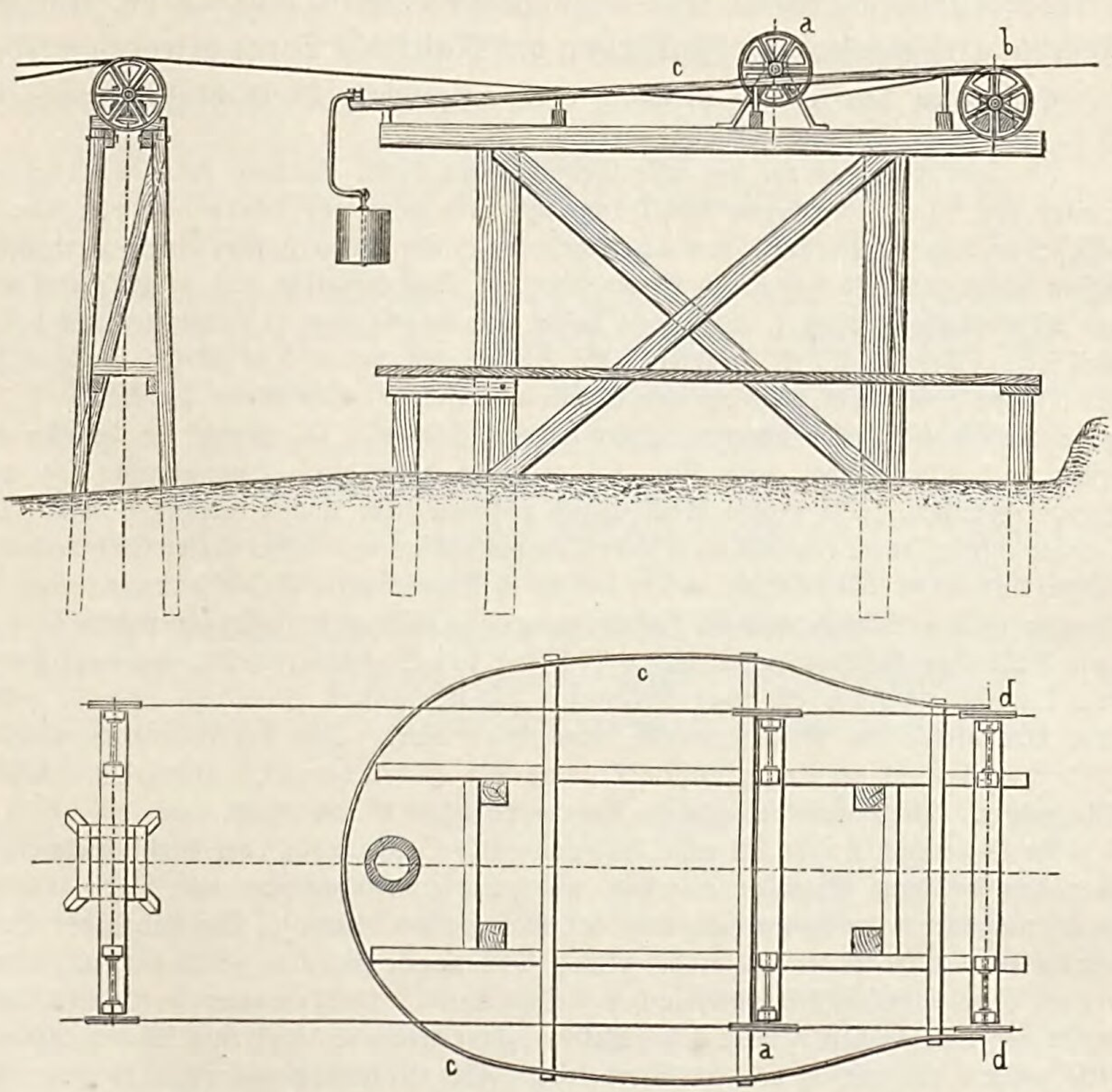


Fig. 83. Hodgson's Drahtseilbahn; Seitenansicht und Grundriß der Entladestation.

einer Entladestation dar. Das Seil erhält durch die Rolle a plötzlich einen starken Fall, wodurch das Auflaufen der kleinen Rollen der Kübel bei b auf die mit einer spitzen Zunge versehene Schiene c befördert wird. Die Schiene ist anfänglich etwas geneigt, so daß sich der Kübel durch

sein eigenes Gewicht vorwärts bewegt. Auf dem horizontalen Bogen der Bahn (von etwa 1.50 Meter Radius) kommen die Kübel zur Ruhe; sie werden mittelst einer höchst einfachen Auslösevorrichtung gekippt, entleert und hierauf von dem Arbeiter auf der Schiene weiter gestoßen, bis der Holzklotz des Kübels bei d wieder von dem Seile erfaßt wird.

Um die Arbeit schnell zu fördern, ist es vor allem nothwendig, die Aufgabe- und Entladestation derartig einzurichten, daß das Fördermaterial ohne Zeitverlust in die Kübel gebracht und aus denselben abgeführt werden kann. Zu diesem Zwecke müssen sich über den Kübeln an der Aufgabestation trichterartige, mit Schiebern schließbare Kasten befinden, aus welchen das Material von dem höher gelegenen Anfahrorte ohne Handarbeit in die Kübel fällt. In gleicher Weise muß an der Entladestelle für eine regelmäßige Abführung des Materials Sorge getragen werden.

Es mögen hier einige Angaben über ausgeführte Drathseilbahnen nach dem Hodgson'schen Systeme beigefügt werden:

In Deutschland wurde die erste Drahtseilbahn dieser Gattung bei Eisleben von Seiten der Mansfelder Gewerkschaft angelegt, und zwar zur Förderung von Kupferschiefer auf eine Entfernung von 1.8 Kilometer. Die Bahn passirt einen Bergrücken, dessen höchster Punkt sich 52.80 Meter über der Aufladestation und 64.40 Meter über der Abladestation befindet. Das Seil besitzt eine Stärke von 15 Millimeter und besteht aus sechs Litzen zu sieben Drähten; die Seilscheiben haben 2.50 Meter Durchmesser, die Rollen, welche das Seil auf der Strecke unterstützen, 0.50 Meter Durchmesser. Die Höhe der Gerüste dieser letzteren variirt zwischen 2.50 und 15 Meter; sie bestehen aus festen Holzconstructionen und sind bei größerer Höhe durch Spanndrähte mit dem Boden verankert. Die größte Seilsteigung zwischen zwei Rollen beträgt 1 : 9.5. Der Betrieb erfolgt durch eine transportable Dampfmaschine mit 0.268 Meter Cylinderdurchmesser und 0.367 Meter Hub, welche bei 3—4 Atmosphären Dampfspannung und 116 Touren in der Minute mittelst Zahnradvorgelege in dem Umsetzungsverhältnisse 1 : 6 dem Seile eine Geschwindigkeit von 2.27 Meter pro Secunde ertheilt. Kohlenverbrauch in 9 Stunden täglicher effectiver Arbeitszeit 450 Kilogramm Steinkohle und 11 Hektoliter Braunkohle im Gesammtwerthe von 16.40 Mark. Die durchschnittliche tägliche Förderung beträgt bei einem Fassungsraume der Kübel von 62.5 Kilogramm 67,500 Kilogramm. Die Kosten der ganzen Anlage betrugen 28,200 Mark.

In Oesterreich wurde die erste Hodgson'sche Seilbahn auf der fürstl. Schwarzenberg'schen Besitzung Gratzen angelegt, und zwar zum Transport von Torf aus den Gewinnungsorten bei Julienhain nach der Bahnstation Gratzen. Die Länge der Bahn beträgt etwa 3800 Meter in gerader Linie; Steigungen sind bis 1 : 15 vorhanden und werden ohne Schwierigkeit überwunden. Das Seil ist 15 Millimeter stark, der Durchmesser der Seilscheiben beträgt 1.90 Meter. Zum Betriebe dient eine bei der Abladestelle postirte Locomobile von 10 Pferdekraft. Die Unterstützungsrollen befinden sich in Abständen von 56 bis 78 Meter. Die Kübel sind aus Holz gefertigt, wiegen 35 Kilogramm und fassen je 50 Kilogramm Torf. Die Seilgeschwindigkeit beträgt 1.80 bis 2.50 Meter pro Secunde, die Leistung beim Ablassen von 150 Kübel in der Stunde täglich etwa 70,000 Kilogramm. Im Laufe der Zeit ergaben sich, entsprechend der schnellen Abnutzung einzelner Theile, namentlich der Holzfutter und Rollen, erheblich verringerte Leistungen, eine Beobachtung, welche auch bei der Seilbahn in Eisleben und an verschiedenen anderen Orten gemacht wurde.

Es scheint nach den bisherigen Erfahrungen festzustehen, daß die starke Abnutzung bei dem Systeme der endlosen Seilbahn nicht zu beseitigen ist, so daß die hohen Erwartungen, welche man vor einigen Jahren von dieser Transportmethode hegte, in neuester Zeit wesentlich reducirt worden sind und der Betrieb derartiger Bahnen verschiedenen Ortes wieder eingestellt werden mußte.[1])

b) Seilbahnen mit festen Seilen.

Zu den Seilbahnen mit festen Seilen gehören zunächst die beim Forstbetriebe in Gebirgsländern vielfach benutzten Seilriesen, d. h. geneigt gespannte Drahtseile, an welchen das herabzubringende Holz mittelst Rollwagen aufgehängt ist und durch seine Schwere herabgleitet, während die leeren Rollwagen mittelst eines Hülfsseiles an dem nämlichen Seile, und zwar durch die bergab laufenden Lasten, in die Höhe geführt werden. In Betreff der detaillirten Beschreibung dieser Seilriesen, welche namentlich in der Schweiz vortheilhafte Verwendung gefunden haben, muß auf die unten angegebene Quelle[2]) verwiesen werden, da dieselben zur Förderung landwirthschaftlicher Erzeugnisse im Allgemeinen keine Verwendung finden können. Für letztere ist die Schwerkraft als Transportmittel nicht geeignet, da das erforderliche Gefälle gemeinhin nicht zur Verfügung steht; es muß die Förderung demnach mit Zuhülfenahme einer Kraftmaschine, in der Regel einer Dampfmaschine, erfolgen.

Mit Uebergehung der älteren Constructionen dieses Systemes von Dücker[3]), Provins u. a. soll hier nur die neueste und practisch bereits vorzüglich bewährte Anordnung von Adolf Bleichert in Leipzig besprochen werden. Die Laufbahn wird durch zwei nebeneinander ausgespannte Drahtseile, die Laufdrähte, gebildet, welche an dem einen Ende

1) Zu dem Systeme der Seilbahn mit endlosen Seilen gehören außer der hier geschilderten Hodgson'schen Bahn noch mehrere andere, unter denen namentlich der Seiltraject von Hermann Müller in Wien Anwendung gefunden hat. Die Förderung geschieht in nach Art kleiner Eisenbahnwagen angeordneten Fahrzeugen mittelst zwei paralleler endloser Seiltriebe, welche über verticale Scheiben geleitet sind. Die beiden unteren, in gleicher Richtung sich bewegenden Seilhälften nehmen die gefüllten, die oberen die leeren Wagen auf. An den beiden Enden sind Rampen zum Zu- und Ablassen der Wagen angebracht. Zweck dieser Seilbahn ist vornämlich die Uebersetzung tiefer Schluchten, an deren beiden Seiten Schienenbahnen endigen, ohne eine Umladung der Fahrzeuge nöthig zu haben.

2) Die Drahtseilriese mit besonderer Berücksichtigung der Holztransport-Einrichtung im kleinen Schlierenthale, Canton Unterwalden von F. Frankhauser; Bern 1872.

3) Eine Beschreibung der v. Dücker'schen Seilbahn giebt Karmarsch' und Heeren's technisches Wörterbuch, dritte Auflage, bearbeitet von Kick und Gintl, Band II Seite 658; Prag 1877.

der Bahn fest verankert, an dem anderen durch über Rollen wirkende Gewichte in einer, ihrem Querschnitte entsprechenden Spannung versetzt werden. Zwischen den beiden Endpunkten der Bahnlinie werden die Laufdrähte durch hölzerne oder eiserne Unterstützungen getragen, deren Höhe und Entfernung von einander den Terrainverhältnissen angepaßt werden. Letztere beträgt gewöhnlich 25 bis 30 Meter, kann jedoch unter besonderen Verhältnissen, z. B. beim Passiren eines Flusses oder Sees, bis zu 100 Meter und darüber angenommen werden.

Die Förderwagen, Taf. V Fig. 22 und 23, sind ganz aus Eisen construirt und tragen, einseitig mit ihrem Gestell verbunden, zwei in einer Verticalebene liegende am Umfange ausgekehlte Laufräder a, mit welchen sie auf den Laufdrähten b hängen. In Folge der einseitigen Aufhängung der Wagen an den in der Schwerpunktsebene des Wagens liegenden Rädern wird die sichere Ueberschreitung der Unterstützungspunkte des Seiles ermöglicht.

Das Fortbewegen der Gefäße erfolgt durch ein endloses Zugseil c von geringer Stärke, welches von dem einen bis zum anderen Ende der Bahn unterhalb der Laufdrähte parallel mit denselben geführt ist. Dieses über zwei Scheiben geführte Seil wird an einer derselben durch die Dampfmaschine in Bewegung versetzt und ist ebenfalls mit einer Spannvorrichtung versehen, um die Spannung stets normal zu erhalten. Auf der Bahnlinie erhält das Zugseil keine Leitrollen, sondern wird durch die in regelmäßigen Entfernungen auf einander folgenden Förderwagen getragen, zu welchem Zwecke jeder derselben mit einer kleinen Leitrolle d versehen ist. Ueber derselben befindet sich eine eigenthümliche Kuppelungsvorrichtung e, durch welche der Förderwagen in einfacher Weise mit dem Zugseile, und zwar während dessen continuirlicher Bewegung, verbunden werden kann, um von diesem mitgeführt zu werden. Zu diesem Zwecke hat der Arbeiter nur nöthig, einen seitlich an der Kuppelungsvorrichtung befindlichen Hebel mit der Hand zurückzuschlagen, wodurch ein kleiner gußeiserner, excentrisch geformter Körper f auf das in der Leitrolle d liegende Zugseil geschoben wird. Derselbe bewirkt ein Einklemmen des Seiles und demnach das Mitnehmen des Wagens. Das Entkuppeln des Seiles vom Wagen erfolgt selbstthätig durch einen kurz vor jeder Endstation angebrachten Ausrücker, welcher die Auslösung des kleinen Excenters veranlaßt.

Das Ueberführen der Wagen von dem einen Laufseile auf das andere geschieht an den Endstationen durch sog. Weichenschienen, gebogene, entsprechend lange Schienen, auf welchen auch das Be- und Entladen der Wagen stattfindet. Die Schienen laufen in der Richtung nach den Seilen, also an den Anschlußenden, in Zungenspitzen aus, wodurch ein

sicheres Ueberführen der Wagen von den Seilen auf die Schienen und umgekehrt ermöglicht wird.

Die auf der ganzen Linie vertheilten Förderwagen folgen dem Zugseile in seiner continuirlichen Bewegung; auf dem einen Laufdrahte bewegen sich die gefüllten Wagen nach der Entladestation, auf dem anderen die entleerten Wagen wieder zurück. Dieser letztere erhält einen geringeren Durchmesser als der Laufdraht für die gefüllten Wagen, da er bei Weitem schwächer belastet wird.

Die Entfernung, in welcher sich die Förderwagen folgen müssen, richtet sich nach der verlangten Leistung der Bahn, der Zugseilgeschwindigkeit und dem Fassungsraume der Wagen. Nimmt man an, daß täglich in 10 Arbeitsstunden 250,000 Kilogramm transportirt werden sollen und die Förderwagen 250 Kilogramm Inhalt aufnehmen, ferner das Zugseil sich mit 1.50 Meter Geschwindigkeit in der Secunde bewegt, so müssen sich die Wagen in Entfernungen von 54 Meter und in Zeitintervallen von 36 Secunden folgen. Bei kurzen Intervallen muß für die Möglichkeit einer schnellen Beladung Sorge getragen werden, was am einfachsten dadurch geschieht, daß man am Aufladeorte stets mehrere Wagen bereit hält und diese successive beladen läßt, oder daß man, falls es die örtlichen Verhältnisse und das zu transportirende Material gestatten, eine Anzahl von Füllrumpfen mit bequem zu öffnenden unteren Verschlüssen anordnet, welche einzeln in die untergeschobenen Wagen entleert werden.

Das Entladen der Wagen geht schnell von Statten und kann selbst in dem Falle, daß dieselben in Intervallen von 30 Secunden auf einander folgen, noch von einem Arbeiter bequem verrichtet werden. Die Wagen sind derartig construirt, daß der Kasten nach Lösung einer Sicherung sofort umschlägt und so seinen Inhalt schnell entleert. Es wird dies dadurch erreicht, daß der Aufhängepunkt g unterhalb des Schwerpunktes des Kastens liegt. Steigungen von 1:8 werden ohne Schwierigkeiten überwunden, auch läßt sich die Bahn in Curven führen. Letzteres sollte jedoch nur geschehen, wenn die gerade Richtung nicht eingehalten werden kann, da bei der Ableitung unter einem Winkel stets complicirtere Anordnungen nothwendig werden.

Ueber dieses System der Drahtseilbahnen liegen eine große Anzahl günstiger Berichte vor, aus denen übereinstimmend hervorgeht, daß der Betrieb selbst unter schwierigen localen Verhältnissen mit verhältnißmäßig geringen Kosten erfolgt und daß Betriebsstörungen, welche bei den Seilbahnen mit bewegtem Seile häufig vorkommen, und in gleicher Weise die bei diesen allgemein beobachtete schnelle Abnutzung, nicht eintreten.[1]) Es

1) Einen ausführlichen Bericht über Drahtseilbahnen nach Bleichert's Systeme

unterliegt keinem Zweifel, daß dieses System der Drahtseilbahnen auch in mannigfaltigster Weise in der Landwirthschaft, und zwar speciell zum Transport der Rohmaterialien und Producte der landwirthschaftlichen Nebengewerbe, vortheilhafte Anwendung finden kann. Der Erfinder desselben giebt folgende Tabelle über die Anlage- und Förderkosten der Bahnen:

Tägliches Förder-Quantum in Centner à 50 Kilo	Länge der Bahnlinie in Metern.									
	250	500	1000	1500	2000	3000	4000	6000	8000	10000
	Preise in Reichsmark.									
1000	16.50 1.05	12.80 1.31	10.75 1.87	10.20 2.80	9.85 3.28	9.65 4.00	9.50 5.20	9.45 7.30	9.40 9.60	9.40 11.50
1500	17.10 0.73	13.10 0.90	11.40 1.45	10.75 1.95	10.30 2.25	10.20 3.10	10.00 4.15	9.95 5.50	9.90 7.10	9.90 8.50
2000	17.60 0.56	13.40 0.74	12.00 1.17	11.50 1.56	11.25 1.82	11.00 2.42	10.75 3.10	10.70 4.20	10.70 5.40	10.65 6.50
3000	18.75 0.46	14.30 0.60	13.25 0.84	12.90 1.12	12.60 1.31	12.25 1.65	12.10 2.15	12.00 3.10	11.95 3.70	11.90 4.50
4000	19.25 0.36	14.80 0.47	13.75 0.69	13.50 0.89	13.40 1.06	13.30 1.38	13.20 1.76	13.15 2.55	13.10 3.20	13.00 3.90
5000	20.30 0.30	15.25 0.41	14.25 0.62	13.80 0.82	13.65 0.90	13.55 1.20	13.50 1.32	13.45 2.18	13.40 2.80	13.30 3.40
7500	22.20 0.22	16.25 0.33	15.25 0.48	14.75 0.57	14.50 0.66	14.45 0.93	14.40 1.20	14.30 1.70	14.25 2.10	14.15 2.20
10000	24.00 0.18	18.00 0.28	16.80 0.39	16.30 0.48	16.00 0.58	15.85 0.78	15.80 1.00	15.70 1.45	15.50 1.85	15.30 2.20

Die in den oberen Zeilen angegebenen Ziffern bezeichnen die überschläglichen Preise unter Annahme normaler Verhältnisse für das laufende Meter Bahnanlage einschließlich aller Eisentheile, der eisernen Förderwagen, Laufdrähte, Zugseile u. s. w.; ausgeschlossen sind die zur Anlage erforderlichen Holzarbeiten, die Kosten für Errichtung der Bahnlinie und die Betriebsmaschine, da sich die Preise dieser Objecte nur mit Zugrundelegung bestimmter Verhältnisse angeben lassen. Nach den Erfahrungen des Erfinders betragen die Kosten der Holzconstructionen für Anlagen über ebenem Terrain 0.75 bis 2 Mark pro Meter Bahnanlage je nach der Länge der Bahn, die Kosten der Aufstellung 0.50 bis 1 Mark pro Meter Bahn. Die in den unteren Zeilen angebenen kleinen Ziffern sind die Förderkosten pro 5000 Kilogramm und für die entsprechende Länge der Bahn einschl. der Verzinsung und Amortisation des Anlagecapitals, Bedienung und Beaufsichtigung der Bahn und Betriebsmaschine sowie Heizmaterial u. s. w. für letztere.

---

auf den Krupp'schen Werken im Lahnreviere enthält die Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Jahrgang 1877 Seite 398.

IV. Abschnitt.

Die Geräthe und Maschinen zur Bearbeitung des Bodens.

A. Die Handgeräthe.

Während in der Gartenwirthschaft die Handgeräthe die ausschließlichen Mittel zur Bodenbearbeitung sind, finden dieselben in der Landwirthschaft nur eine beschränkte Verwendung in Wirthschaften von derartig geringer Ausdehnung, daß die Haltung von Spannvieh nicht möglich, ferner in größeren Wirthschaften an Orten, welche für Spanngeräthe nicht zugänglich sind, oder für Arbeiten, welche durch letztere nicht so vollkommen ausgeführt werden können als durch Handgeräthe. In einer rationell betriebenen Wirthschaft sucht man die Handarbeit bei der Bodencultur so viel als irgend möglich zu vermeiden, und zwar wegen ihrer unverhältnißmäßig hohen Kosten im Vergleiche zur Arbeit der Zugthiere und ihrer geringen quantitativen Leistung. In qualitativer Hinsicht übertrifft dagegen die Arbeit des Spatens diejenige des Pfluges — auch des Dampfpfluges — ganz erheblich und läßt sich mit demselben die vollkommenste Bearbeitung des Bodens erzielen, dessen Erträge die höchstmöglichen sind, soweit sie von der letzteren beeinflußt werden.

Die wichtigsten und fast ausschließlich benutzten Handgeräthe zur Bodenbearbeitung sind der Spaten und die Hacke. Sie unterscheiden sich im Principe dadurch, daß ersterer in den Boden hineingedrückt bez. gepreßt, letztere in den Boden geschlagen wird. Bekanntlich dienen beide Geräthe außer zur Bodenbearbeitung, um denselben für die Aufnahme der Saat geeignet zu machen, noch zu manchen anderweitigen Arbeiten, wie der Herstellung von Gräben, der Vertilgung der Unkräuter, der Bearbeitung der Zwischenräume in Reihen stehender Pflanzen u. s. w. Soll mit dem Geräth die Erde auf eine größere Entfernung transportirt werden, z. B. beim Erstellen eines aufgeböschten Grabens oder beim Aufladen der Erde auf ein Fuhrwerk, so ist der Spaten hierzu wenig geeignet, da er bei der für die Bodenbearbeitung vortheilhaftesten Anordnung nicht im Stande ist, eine größere Menge des Materials zu halten. Zu

diesem Zwecke eignet sich am besten die Schaufel oder eine Combination von Spaten und Schaufel.

In der Ausbildung der landwirthschaftlichen Handgeräthe, sowohl derjenigen zur Bodenbearbeitung wie der im Abschnitte VII zu besprechenden Erntegeräthe, sind in neuerer Zeit ganz erhebliche Fortschritte zu verzeichnen. Namentlich ist dies bei den amerikanischen Geräthen der Fall, welche fast durchweg wesentliche Vorzüge gegenüber den bei uns verwendeten besitzen. Trotzdem diese Thatsache allgemein anerkannt ist, geht es mit der Einführung der besseren Handgeräthe bei uns nur langsam vorwärts und behalten die Handgeräthe im Großen und Ganzen ihre einmal überkommene Form bei. Man findet selbst in Districten, in welchen man sich allgemein der vervollkommneten neueren Maschinen bedient, noch höchst ungeschickte, schwere und zweckwidrig gestaltete Handgeräthe, mit welchen die Arbeit nur mangelhaft und in wenig fördernder Weise verrichtet werden kann. Vielleicht hat gerade der Aufschwung, welchen das landwirthschaftliche Maschinenwesen in den letzten Decennien genommen, dazu beigetragen, der Vervollkommnung dieser einfachen Geräthe nicht die gebührende Aufmerksamkeit zu schenken. Auch der Umstand, daß die Geräthe vielfach auf dem Lande selbst erzeugt bez. zusammengesetzt werden und so eine einmal überkommene Form derselben zähe festgehalten wird und ferner die Gewohnheit der Arbeiter, welche die Handhabung eines neu einzuführenden Instrumentes stets wieder erlernen müssen, thun das Ihrige, um die Einführung verbesserter Handgeräthe zu erschweren. Thatsache ist, daß die vorzüglichen Drainspaten der Engländer und die amerikanischen Heu- und Düngergabeln sich nur sehr langsam Eingang verschaffen und daß neben denselben die ungeschicktesten Formen von Handgeräthen selbst in intelligent geleiteten Wirthschaften noch vielfach benutzt werden.

Mäßig gerechnet, ist ein Arbeiter im Stande, mit einem zweckentsprechend gebauten Spaten $^1/_3$ mehr zu leisten als mit dem gewöhnlich bei uns benutzten; oft erhöht sich die Leistung in Folge des geringeren Gewichtes des Geräthes bei gleicher oder sogar vermehrter Widerstandsfähigkeit, der besseren Schneide und der zweckmäßigen Form auf die doppelte der bisherigen. Es wäre mithin sehr zu wünschen, daß in der kommenden Zeit den landwirthschaftlichen Handgeräthen eine größere Aufmerksamkeit gewidmet würde als bisher und daß namentlich die dazu berufenen Organe, wie die landwirthschaftlichen Vereine, Schulen und Wanderlehrer eine förderliche Thätigkeit in dieser Richtung entwickeln mögen. Man berücksichtige, daß es sich hier um die kostspieligste Arbeitsmaschine der Landwirthschaft, den Menschen, handelt (vergl. Seite 3), die nur bei zweckmäßiger Ausrüstung eine rationelle Verwendung finden kann.

In dem Nachfolgenden sollen die Handgeräthe zur Bodenbearbeitung nach den drei angeführten Gruppen: Spaten, Schaufel und Hacke, behandelt werden.

a) Der Spaten.

Der Spaten oder das Grabscheit besteht aus zwei Theilen, dem Blatte und dem Stiele. Ersteres ist das eigentliche Werkzeug; dasselbe muß mit einer scharfen widerstandsfähigen Schneide versehen sein, welche leicht in den Boden eindringt. Am empfehlenswerthesten ist es, das Blatt ganz aus Stahl zu fertigen; da jedoch dieses Material zu kostspielig ist, so zieht man es zumeist vor, das eiserne Blatt an der unteren, schneidenden Kante zu verstählen. Daneben trifft man noch häufig hölzerne Spaten, bei welchen Stiel und Blatt aus einem Stücke geschnitzt sind, während die Arbeitskante mit einer eisernen oder stählernen Schiene beschlagen ist. Im letzteren Falle verwendet man zuweilen alte Sensenblätter zur Herstellung des Beschlages. Die schneidende Kante des Blattes ist entweder gerade, Fig. 84, oder abgerundet, Fig. 85, oder mit einer Spitze versehen, Fig. 86; zuweilen erhält dieselbe auch eine herzförmige Gestalt. Die zugespitzte Form eignet sich am besten für einen Boden, in welchen das Geräth schwer eindringt, also z. B. einen harten Kiesboden oder einen Boden, welcher viele Steine enthält; in allen anderen Fällen hat sich die gerade Schneide am besten bewährt, namentlich, wenn es sich um das Umgraben von Ackerboden handelt. Die Länge des Blattes eines gewöhnlichen Spatens zum Umgraben beträgt 0.25 bis 0.30 Meter, die Breite 0.13 bis 0.18 Meter. In der Regel ist die

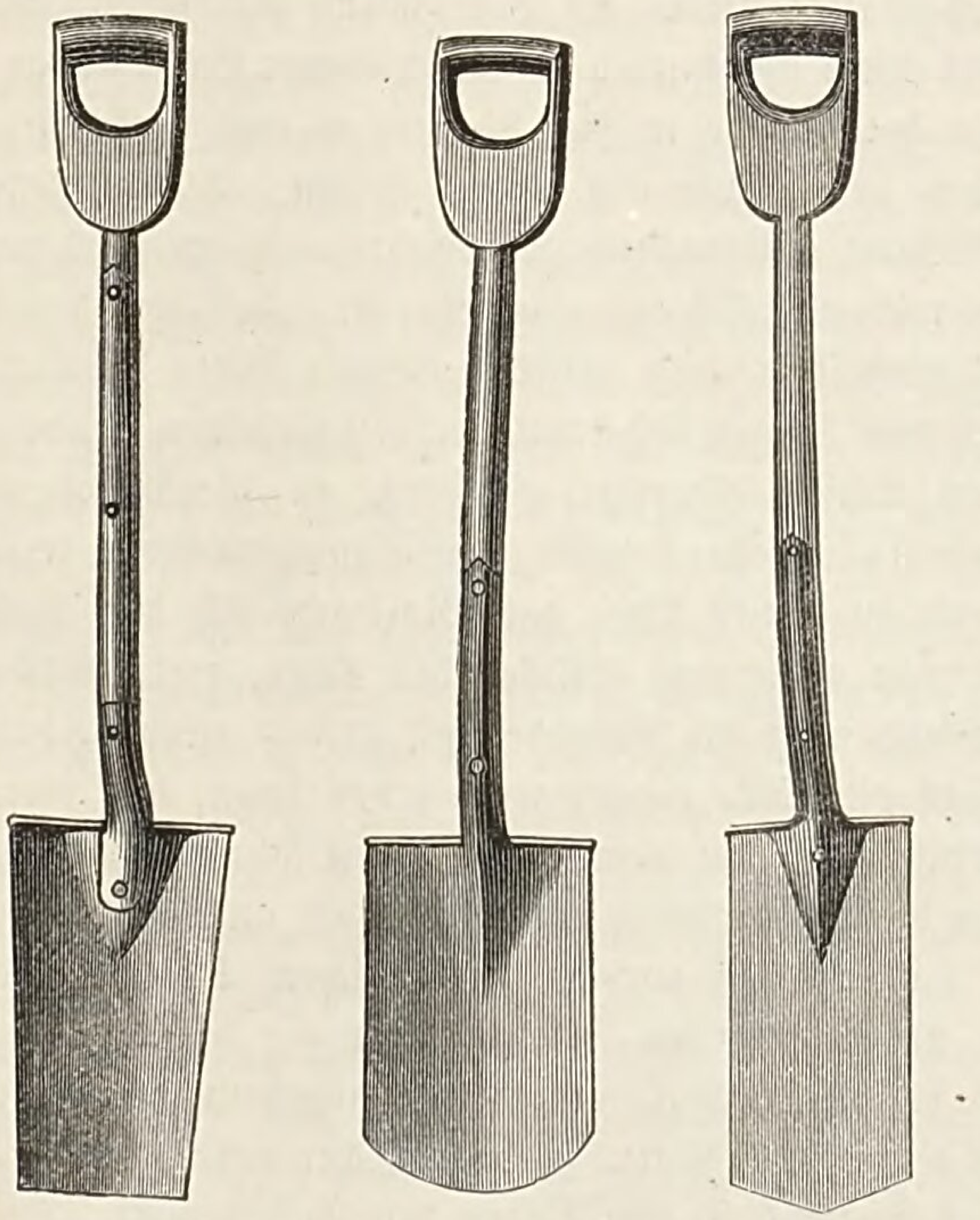


Fig. 84. Spaten. Fig. 85. Spaten. Fig. 86. Spaten.

Breite des Blattes an der Schneide geringer als oben und beträgt z. B. bei dem Spaten Fig. 84 die untere Breite 0.14, die obere 0.19 Meter bei 0.32 Meter Blattlänge. Für manche Zwecke, z. B. für die Bearbeitung eines sehr verwurzelten Bodens, nimmt dagegen die Breite nach oben um ein Geringes ab; dies ist z. B. bei dem Spaten Fig. 86 der Fall, dessen Blatt bei 0.33 Meter Länge oben 0.15 Meter, unten 0.16 Meter breit ist. Die Stärke des Blattes soll bei hinlänglicher Festigkeit so gering als möglich gewählt werden, sowohl um ein leichtes Eindringen des Geräthes in den Boden zu ermöglichen, als auch, um das Gewicht möglichst zu reduciren. Namentlich aus diesem Grunde empfiehlt es sich, das ganze Blatt aus Stahl zu fertigen, da dasselbe nur in diesem Material bei genügender Widerstandsfähigkeit in geringer Stärke, und zwar im Mittel 3 Millimeter stark, hergestellt werden kann.

Der obere Theil des Blattes nimmt die Vorrichtung zur Befestigung des Stieles auf und wird diese bekanntlich in verschiedener Weise ausgeführt. Am vorzüglichsten hat sich die in Fig. 85 und 86 dargestellte Befestigungsmethode bewährt, bei welcher auf beiden Seiten des Blattes je eine, der Rundung des Stieles entsprechend gekrümmte und etwa bis zur halben Länge desselben reichende Schiene angesetzt ist. Zwischen dieser Schiene wird der Stiel eingesteckt und mittelst einiger Niete befestigt. Zuweilen, namentlich bei sehr langen Schienen, werden dieselben mit dem Blatte nicht aus einem Stücke gefertigt, sondern an diesem angenietet. Eine andere, ebenfalls sehr beliebte Befestigungsmethode zeigt die Schaufel, Fig. 88 und 89 (Seite 228); das Blatt setzt sich hier nach oben zu einem röhrenförmig gebogenen Stücke, der Tülle, fort, welche den Stiel aufnimmt. Stets muß die Anforderung gestellt werden, daß derselbe hinlänglich tief in die Tülle eingezogen werden kann, daß diese also die angemessene Länge hat, um dem Stiele einen sicheren Halt zu geben. Bekanntlich wird diese Bedingung bei den kurzen an dem Blatte angeschweißten Tüllen, mit welchen unsere gewöhnlichen Spaten und Schaufeln versehen sind, nur in seltenen Fällen erfüllt.

Empfehlenswerth ist es, wie in Fig. 84 bis 86 dargestellt, die obere Kante des Blattes durch eine breite Platte zu bilden, auf welche der Arbeiter beim Einpressen des Spatens in den Boden den Fuß stemmt. Bei Spaten für besonders schwere Erdarbeiten, z. B. den Drainspaten, versieht man oft zu gleichem Zwecke den unteren Theil des Stieles mit einem seitlichen Ansatzstücke.

Der Stiel des Spatens wird aus zähem, hartem Holze gefertigt; am besten eignet sich zu demselben Eschenholz, welches bei den vorzüglichen amerikanischen Geräthen ausschließliche Verwendung findet. Die

Stärke des Stieles beträgt in der Regel 0.03 Meter, die Länge 0.80 bis 1 Meter. Oben endigt derselbe vortheilhaft in einem Handgriffe von der Gestalt eines liegenden D nach der Anordnung Fig. 84, welcher bei amerikanischen Spaten häufig aus schmiedbarem Gußeisen gefertigt wird. Zuweilen wird anstatt desselben auch nur ein Querstück angesetzt, oder der Spaten endigt mit einer einfachen Abrundung wie die Schaufeln mit langen Stielen. Letztere Anordnung ist jedoch nur zulässig, wenn keine schweren Erdarbeiten mit dem Spaten zu verrichten sind. In der Regel ist der Spatenstiel gerade; nur ausnahmsweise, wenn das Instrument gleichzeitig die Function der Schaufel auszuüben hat, erhält derselbe am unteren Theile, wo sich das Blatt ansetzt, eine schwache Krümmung.

Für schweren Boden bedient man sich auch, namentlich in England und in einzelnen Gegenden Frankreichs, anstatt des Spatens sogenannter Grabgabeln, d. h. mehrzinkiger, sehr kräftiger Instrumente nach Art der Düngergabeln, jedoch in weitaus stärkeren Abmessungen der Zinken. Die Arbeit derselben ist da angezeigt, wo wegen zu großer Zähigkeit des Bodens der Spaten nicht gut einzubringen vermag. Zum Ummwenden schweren Bodens eignen sich die Grabgabeln ganz vortrefflich; zuweilen stellen sich die Arbeiter, mit solchen Instrumenten ausgerüstet, Schulter an Schulter neben einander, pressen die Gabeln in den Boden und brechen durch gleichzeitiges Herabdrücken der Stiele größere Schollen ab. Fig. 87 zeigt eine in Amerika beliebte Form zweizinkiger Grabgabeln von Oliver Ames & Sons in North Easton, Massachusetts, welche ebenfalls zum Umbrechen von schwerem Boden verwendet wird. Die Blattlänge beträgt 0.33 Meter, die untere Breite 0.18, die obere 0.19 Meter. Sie unterscheidet sich von den bei uns eingeführten Geräthen namentlich dadurch, daß die beiden Zinken nicht in Spitzen, sondern in breiten Schneiden auslaufen. Die Grabgabeln finden auch umfassende Verwendung zum Aufbrechen der Furchensohle nach dem Pfluge, um den Untergrund zu vertiefen und ferner zum Ausnehmen der Kartoffeln.

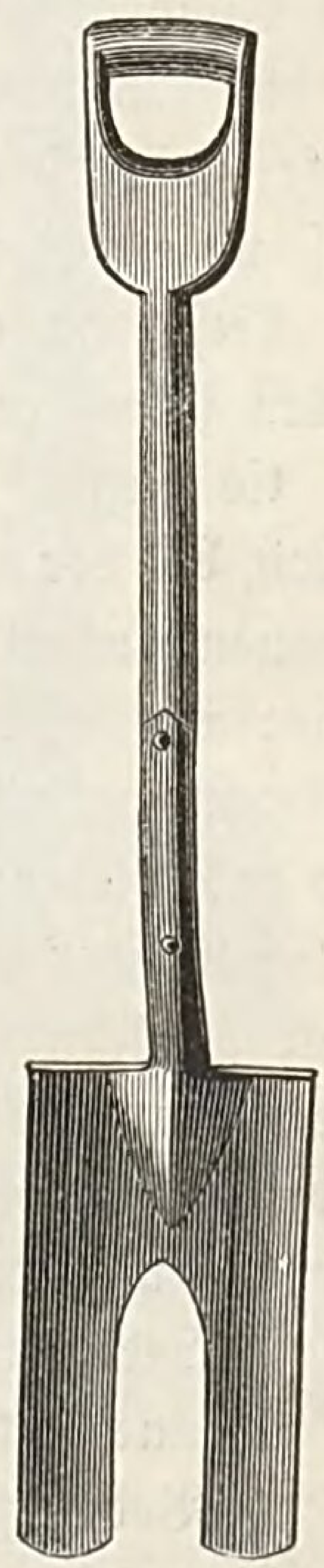


Fig. 87. Grabgabel.

Eine besondere Gattung von Spaten bilden die Drainspaten zum Oeffnen der schmalen Draingräben, deren Behandlung jedoch nicht in das vorliegende Werk, sondern in die Schriften über Drainage gehört.[1])

1) Ausführlich werden dieselben besprochen und mit Abbildungen erläutert in des Verfassers: Handbuch des landwirthschaftlichen Wasserbaus, Seite 415 u. f.; Berlin 1877.

Bei der Benutzung des Spatens zur Bodenbearbeitung wird zunächst ein Graben an der zu spatenden Tiefe erstellt (etwa 0.25 Meter), alsdann ein Streifen parallel demselben in einer Breite von etwa 0.40 Meter successive abgestochen und werden die einzelnen Erdstücke unmittelbar nach dem Einpressen des Spatens bis zu der festgesetzten Tiefe umgewendet. Zu diesem Zwecke ertheilt der Arbeiter dem Erdstücke durch schnelles Herumdrehen des Stieles eine derartige Wendung, daß die bisherige Narbenseite auf die Sohle des abgegrabenen Bodens zu liegen kommt. Ist das Erdreich sehr zusammenhängend, so zertheilt er die Stücke durch einige Schläge mit der Seitenkante des Spatens derartig, daß der bearbeitete Boden eine gleichmäßige Lockerung erhält.

Die Leistungsfähigkeit eines Arbeiters fällt bei der Spatencultur sehr verschieden aus, je nach der Bodenbeschaffenheit, dem Feuchtigkeitsgehalte des Bodens, der Güte der benutzten Werkzeuge und den Kräften des Arbeiters; in leichtem Boden beträgt die tägliche Leistung bei etwa 0.25 Meter tiefem Umspaten bis 200 Quadratmeter, in schwerem Boden nur 80 bis 100 Quadratmeter. Es erfordert somit die Bearbeitung eines Hektars 50 bis 125 Arbeitstage. Bei der Bearbeitung des Bodens zu größerer Tiefe, wie diese für die Vorbereitung von Weinbergen, Hopfenanlagen u. s. w. erforderlich ist, vermindert sich die Leistung nahezu im Quadrate der Tiefe, da die Arbeit unverhältnißmäßig erschwert wird, wenn der Boden successive in mehreren Spatenstichen bearbeitet werden muß.

Es liegen nur wenige Versuche über den Aufwand an mechanischer Arbeit bei der Bodenbearbeitung mittelst des Spatens vor; einen absolut genauen Aufschluß über die Leistung des Arbeiters werden dieselben überhaupt nicht liefern können, da die bei jedem Spatenstiche nothwendigen Körperbewegungen, also das Bücken beim Einsenken des Spatens in den Boden und das Wiederaufrichten des Körpers beim Wenden der Scholle nur schwer, jedenfalls nur schätzungsweise, in den Calcul einbezogen werden können. Ohne Berücksichtigung derselben stellte Gasparin folgende Berechnung an: Die mechanische Arbeit eines Spatenstiches bei einem Boden, in welchem der Arbeiter pro Tag 125 Quadratmeter bearbeiten konnte, setzte sich zusammen:

1)	aus der Arbeit, um den Spaten 0.30 Meter hoch anzuheben	0.90 Meterkilogramm
2)	aus der Arbeit, um den Spaten in den Boden zu drücken	8.00 „
3)	aus der zum Abbrechen der Scholle von dem umgebenden Erdreiche nothwendigen Arbeit	3.55 „
4)	aus der Arbeit zum Anheben der Scholle	1.05 „
	Zusammen	13.50 Meterkilogramm

Zur Bearbeitung der 125 Quadratmeter sind 6520 Spatenstiche erforderlich, so daß sich die tägliche Leistung auf 6520×13.5=88,020 Meterkilogramm ergiebt. Wenn auch die angegebenen Daten keinen absolut richtigen Werth besitzen, so zeigen sie doch, daß bei der Arbeit des Spatens die menschliche Arbeitskraft sehr vortheilhaft ausgenutzt wird.

b) Die Schaufel.

Die Schaufel dient zum Transport des gelockerten Materials und nur in beschränktem Maße zum Abstechen der Erde aus ihrem Zusammenhange. Sie muß demnach, im Gegensatze zu dem flachen Blatte des Spatens, ein muldenförmiges (schaufelförmiges) Blatt besitzen, dessen Fassungsraum ein entsprechend großer ist, um hinlängliche Mengen des zu transportirenden Materials aufzunehmen. Vortheilhaft ist es, den Boden der Schaufel flach zu erstellen und nur die Ränder aufzubiegen, wie dies Fig. 88 und 89 bei einer amerikanischen Schaufel von Remington in Ilion, New-York[1]) darstellen. Der ganze Körper, einschließlich der Tülle, ist bei dieser musterhaft geformten Schaufel aus einer Platte Gußstahlblech von etwa 2 Millimeter Stärke gefertigt. Der Stiel besteht aus Eschenholz und ist in der Regel mit dem D-Griffe versehen. Derselbe ist an seinem unteren



Fig. 88. Schaufel von Remington, Vorderansicht.

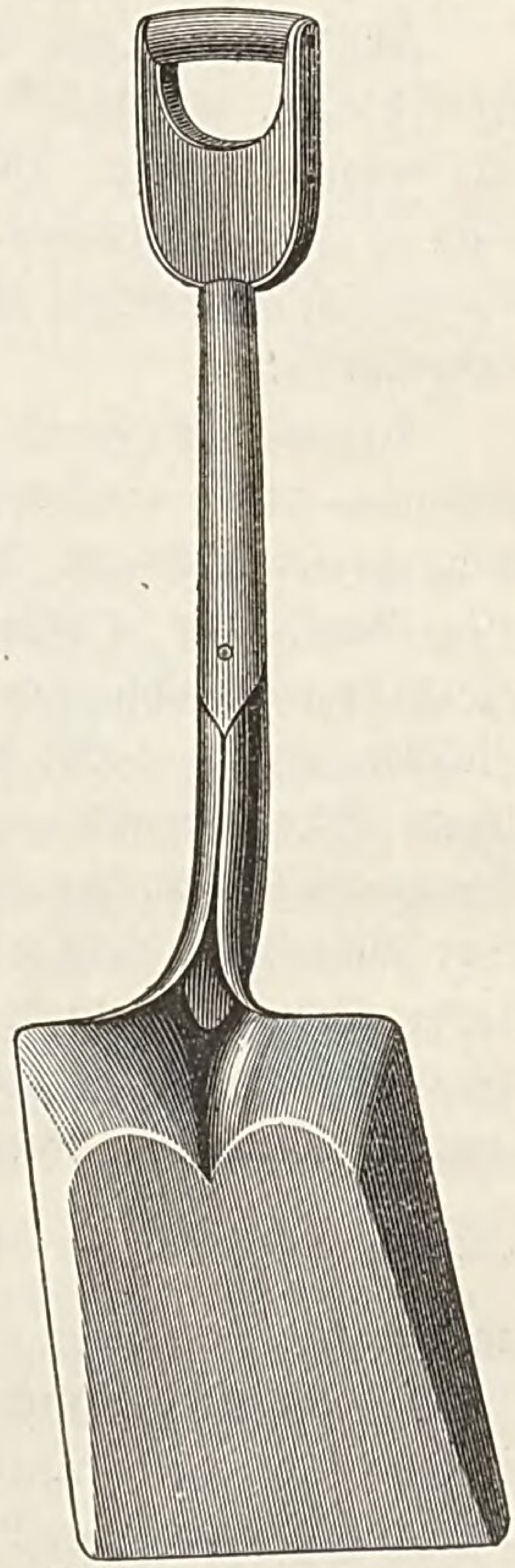


Fig. 89. Schaufel von Remington, hintere Ansicht.

1) Ich hatte Gelegenheit, die Fabrication der Schaufeln in der Remington'schen Fabrik kennen zu lernen. In unglaublich kurzer Zeit findet die Erzeugung derselben aus dem Stahlbleche statt, und zwar mittelst der vollendetsten, eigens für diese Arbeit

15*

Theile stets gekrümmt, so daß der Arbeiter sich zum Zwecke der Aufnahme des Materials nicht oder nur wenig zu bücken braucht; auch erhält die Schaufel durch die Krümmung des Stieles eine flachere, für die Aufnahme des Materials günstigere Stellung.

Von einer guten Schaufel verlangt man, daß sie durchaus symmetrisch geformt und somit auf beiden Seiten, von einer Mittellinie aus, gleich schwer sei. Andernfalls würde sie gefüllt, wenn der Arbeiter den Stiel nicht sehr fest hält und so eine Drehung desselben verhindert, umschlagen und sich entleeren. Der Arbeiter prüft die richtige Gestalt der Schaufel, indem er den Stiel über einen Finger balancirt und hierbei den Griff lose hält; in dieser Lage darf die Schaufel nicht nach einer Seite überschlagen.

Soll die Schaufel gleichzeitig als Spaten, d. h. zum Abstechen der Erde dienen, so erhält dieselbe zumeist eine herzförmig gestaltete Schneide mit stumpfer Spitze. Hierbei können selbstverständlich beide Operationen nicht in so vollkommener Weise ausgeführt werden, als wenn für jede derselben ein besonderes, ausschließlich diesem Zwecke angepaßtes Instrument bestimmt ist.

Hervé Mangon [1]) machte den Versuch, die mechanische Arbeit zu bestimmen, welche ein Arbeiter bei dem Aufladen gelockerter Erde auf einen Wagen mit Hülfe der Schaufel verrichtet. Er nimmt an, daß die Erde 1.50 Meter hoch zu heben bez. zu werfen sei und setzt jede Schaufelfüllung gleich dem Gewichte von 7 Kilogramm. Das Gewicht der Schaufel, soweit dieselbe gehoben wird, beträgt 1.50 Kilogramm, so daß das gesammte, bei jedem Schaufelwurfe zu hebende Gewicht 8.50 Kilogramm und die entsprechende mechanische Arbeit $8.50 \times 1.50 = 12.75$ Meterkilogramm beträgt. Der Widerstand, welcher beim Einbringen der Schaufel in die zu bewegende, lockere Erdmasse entsteht, wird (nach Gasparin) = 2.9 Meterkilogramm, die Gesammtarbeit für jeden Schaufelwurf mithin auf 15.65 Meterkilogramm angenommen. Bei einem Gewichte des Cubikmeters Erde von 1300 Kilogramm sind $\frac{1300}{7} = 186$ Schaufelwürfe pro Cubikmeter und somit eine mechanische Arbeit von $186 \times 15.65 = 2910.9$ Meterkilogramm erforderlich. Da der Arbeiter täglich in zehnstündiger Arbeitszeit 18 Cubikmeter Erde in der erwähnten Weise transportiren kann, so resultirt hieraus eine mechanische Arbeit von $2910.9 \times 18 = 52{,}396$ Meterkilogramm. Wenn auch

---

erdachten Hülfsmaschinen. Zunächst wird die Platte, aus welcher die Schaufel besteht, kalt ausgestanzt, alsdann in dem Glühofen erwärmt und durch eine Presse in die erforderliche Form gebracht, wobei gleichzeitig die Tülle umgebogen wird. Das Gewicht der Schaufeln beträgt in den verschiedenen Ausführungen 1.5 bis 2 Kilogramm.

1) Traité de génie rural III, Seite 436; Paris 1875.

diese Ziffer eine erheblich niedrigere ist als bei anderweitigen Arbeiten, z. B. dem Drehen an der Kurbel [1]), so darf trotzdem nicht gefolgert werden, daß der Arbeiter bei andauernder Handhabung der Schaufel nicht stark ermüdet wird. Derselbe ist genöthigt, bei jedem Schaufelwurfe seinen Schwerpunkt um etwa 0.15 Meter zu heben und repräsentirt dies schließlich eine nicht unbeträchtliche mechanische Arbeit, welche zu der eben ermittelten hinzugezählt werden muß. Berücksichtigt man hierbei, daß die Muskelarbeit eine ziemlich complicirte ist, daß stets die nämlichen Muskeln in Thätigkeit gesetzt und ferner, daß auch die Respirationsorgane des Arbeiters stark in Anspruch genommen werden, so wird ersichtlich, daß sowohl die Totalarbeit als auch die Nutzarbeit eine recht beträchtliche ist. Es empfiehlt sich demnach, bei größeren Erdbewegungen die Arbeiter derartig zu wechseln, daß dieselben eine Zeit lang mit dem Lockern des Bodens und alsdann mit dem Aufladen beschäftigt werden, weil hierdurch am besten eine Abwechselung der Muskelarbeit stattfindet. Bei den landwirthschaftlichen Arbeiten findet dieser Wechsel in der Regel statt, da zumeist der nämliche Arbeiter das Lockern des Bodens und das Aufladen desselben bewerkstelligt.

c) Die Hacke.

Die Hacke oder Haue unterscheidet sich von dem Spaten durch die gänzlich abweichende Wirkungsart: sie wird in den zu lockernden Boden hineingeschlagen, worauf durch eine kurze Drehung des Stieles eine Lösung der Scholle bewerkstelligt wird. Sie dient zum Lockern und Wenden sehr steinigen oder harten Bodens, in welchen der Spaten nicht einzudringen vermag; ferner zur Bearbeitung der Zwischenräume von Reihenpflanzen, wie der Rüben, Kartoffeln, Cichorien, des Mais u. s. w., d. h. zum Lockern des Bodens, Vertilgen der Unkräuter und zum Anhäufeln der Pflanzen und endlich findet die Hacke eine ausgedehnte Verwendung zum Ernten von Wurzelfrüchten, wie der Rüben und Kartoffeln. Auch bei der Erstellung von Gräben, namentlich schmaler Rinnen zur Leitung des Wassers, kann die Hacke nicht vollständig entbehrt werden.

Entsprechend den mannigfaltigen Arbeiten, welche die Hacken zu verrichten haben, sind auch die Formen derselben sehr verschiedene. Handelt es sich um die Lockerung und Zerkleinerung eines schweren, steinigen Bodens, so muß derselbe mit der Rodehacke oder Pickelhaue Fig. 90 aufgebrochen werden. Dieses allbekannte Instrument erhält auf einer Seite eine Spitze, auf der anderen eine breite Schneide; dasselbe muß in so kräftigen Abmessungen ausgeführt werden, daß die Schenkel gleichzeitig

1) Vergl. Seite 44.

als Brecheisen dienen können. Gewöhnlich wird diese Haue aus Schmiedeeisen mit verstählten Schneiden gefertigt; die besseren englischen und amerikanischen Pickelhauen werden dagegen ganz aus Gußstahl hergestellt. In der Mitte verbreitert sich das Blatt zur Aufnahme des Auges, in welchem der Stiel mittelst eines oder zweier Keile befestigt wird. Dieser darf nicht zu lang sein, damit der Arbeiter das Ende desselben vor dem Körper halten kann. Bewährte Abmessungen des Instrumentes sind: Länge des Blattes zwischen Spitze und Schneide, 0.40 bis 0.50 Meter, Breite der Schneide 75 Millimeter, Höhe des Blattes in der Mitte (in der Richtung des Stieles gemessen): 0.05 Meter, Länge des Stieles 0.80 Meter. Das Gewicht der Pickelhaue beträgt 2.20 bis 3.50 Kilogramm.

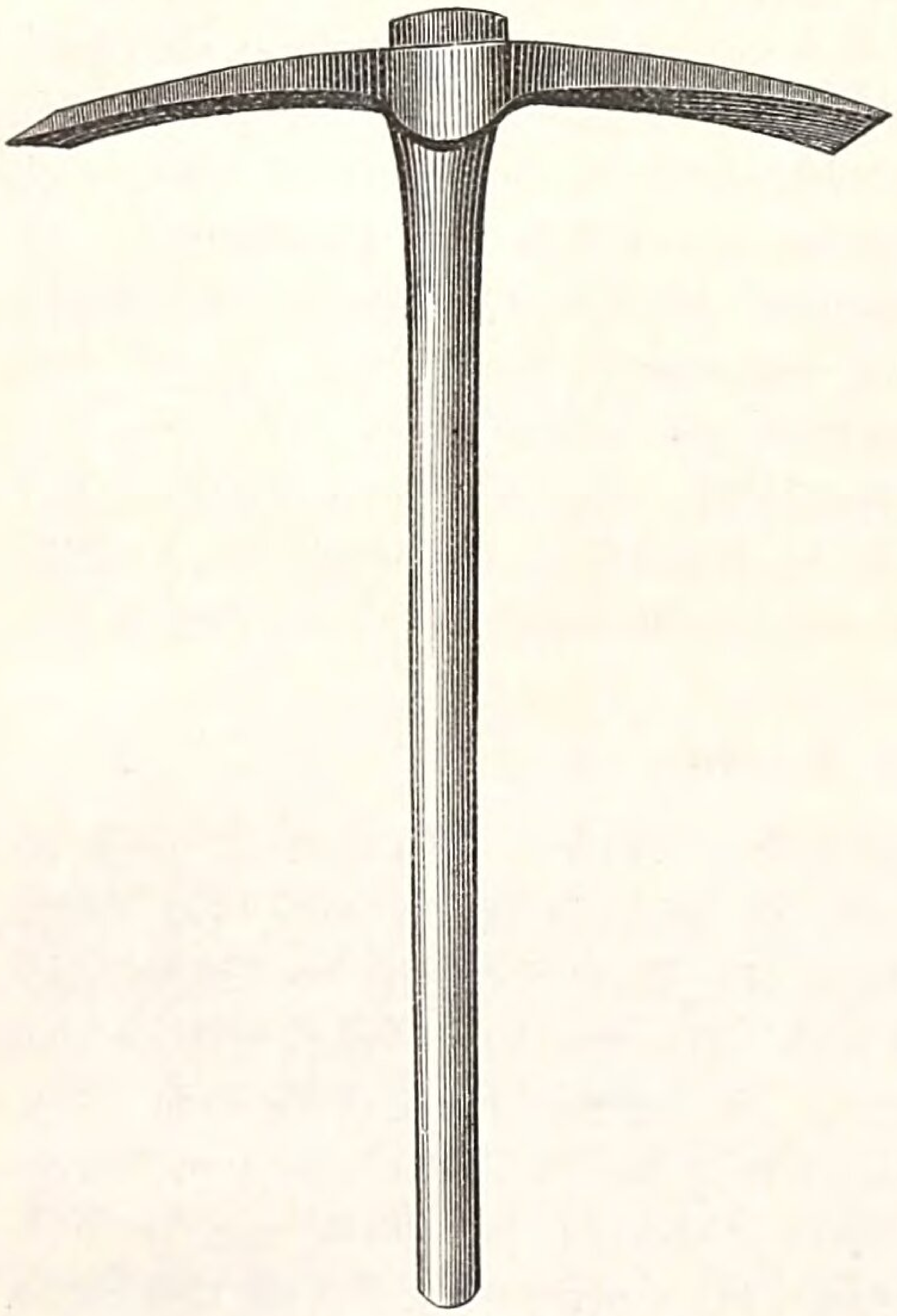


Fig. 90. Pickelhaue.

Zum Hacken von Rüben, Kartoffeln u. s. w. bedient man sich der Instrumente nach Fig. 91, deren Schneiden eine Breite von 0.13 bis 0.25 Meter erhalten. Das Blatt wird vortheilhaft ganz aus Gußstahl gefertigt. Die Länge des Stieles beträgt 1.50 bis 1.80 Meter. In vielen Gegenden benutzt man zum Behacken der Kartoffeln den Karst, d. h. eine zweizinkige Haue; auch combinirt man zuweilen die gewöhnliche Hacke mit dem Karst, Fig. 92, um je nach Bedürfniß die eine oder andere Seite verwenden zu können. Fig. 93 bis 96 zeigen noch einige weitere Anordnungen von Hacken neuerer amerikanischer Construction; Fig. 93 Jätehacke mit Spitze, Fig. 94 mit vier, Fig. 95 mit sechs Rechenzinken und Fig. 96 Felghacke zum Reinigen der Zwischenräume in Reihen stehender Pflanzen von Unkraut und zum Lockern der Krusten.[1]) Letzteres Instrument, Wilcox' Patenthacke, ist in Amerika außerordentlich verbreitet

1) Es sind in dem Vorstehenden lediglich die vervollkommneten amerikanischen Hacken

und wird unter verschiedener Winkelstellung des Stieles angewendet, so daß es nicht nur auch Hacke, sondern auch nach Art der „Schiffeleisen", d. h. flacher an einem Stiele befestigter Messer, welche durch den Boden gestoßen werden, benutzt werden kann.



Fig. 91. Rübenhacke.

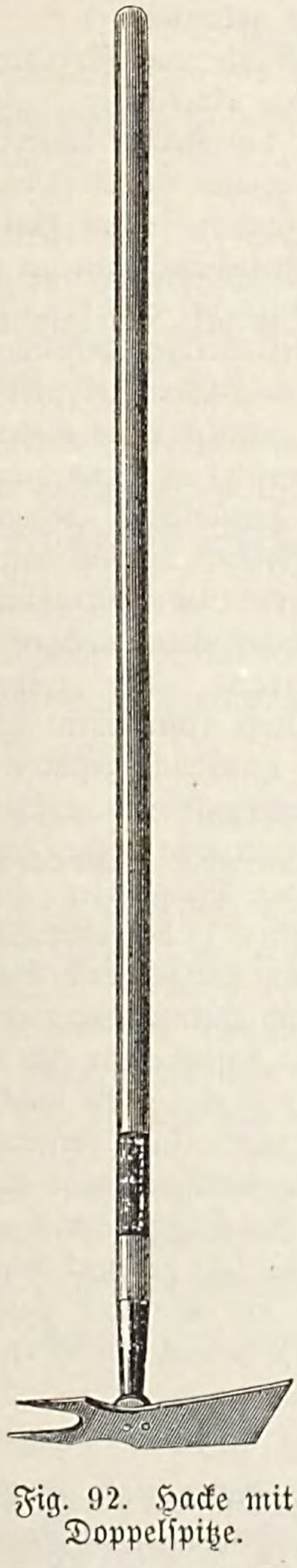


Fig. 92. Hacke mit Doppelspitze.

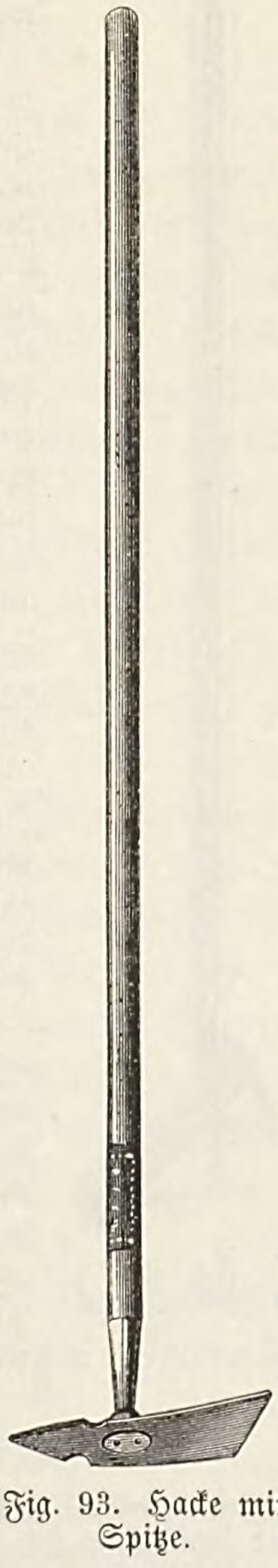


Fig. 93. Hacke mit Spitze.

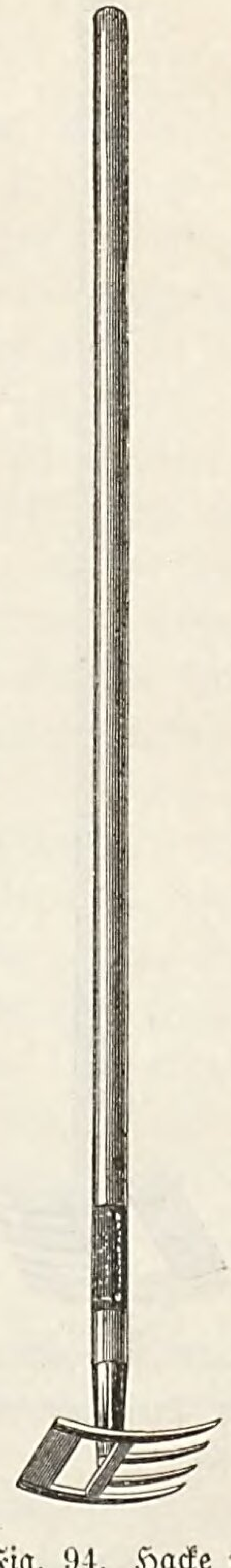


Fig. 94. Hacke mit Rechen.

Anmerkung. Wiederholt ist der Versuch gemacht worden, anstatt der gewöhnlichen, durch das Einschlagen in den Boden wirkenden

---

dargestellt worden, da es die Oekonomie dieser Arbeit verbietet, die Handgeräthe eingehender als durch Vorführung einiger Beispiele zu besprechen. Ausführlich werden die Handgeräthe zur Bodencultur und speciell die Hacken in Hamm's „Landwirthschaftliche Geräthe und Maschinen Englands", Seite 111 u. f.; Braunschweig 1858 behandelt.

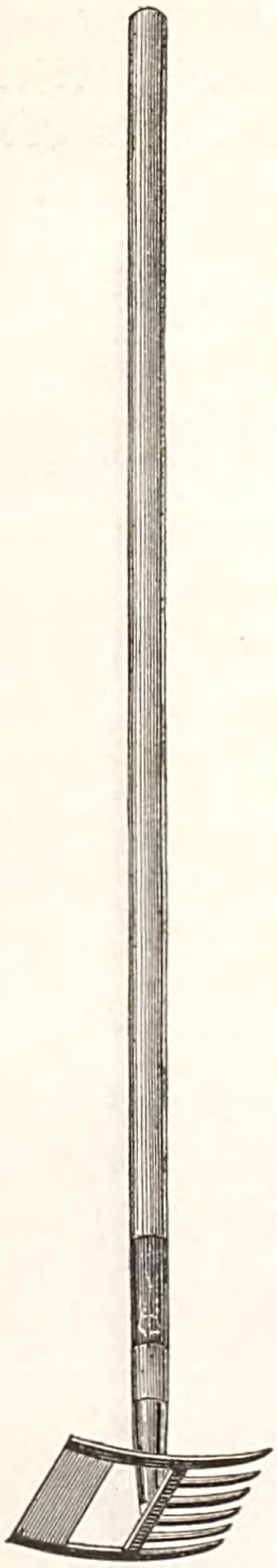


Fig. 95. Hacke mit Rechen.

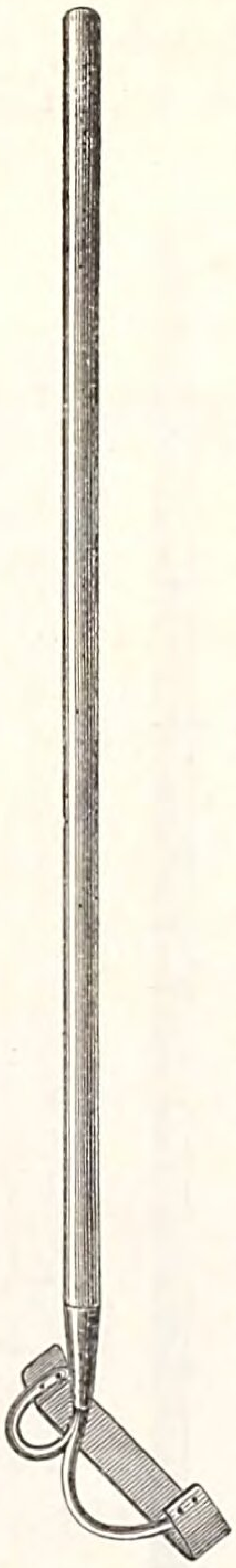


Fig. 96. Wilcox' Jätehacke.

Rübenhacken rotirende Hacken anzuwenden, d. h. mit Messern armirte Walzen, welche durch ein, an den Achsen angreifendes Gestänge zwischen den Pflanzenreihen geführt wird. Dieselben sind jedoch stets nach kurzer Zeit wieder außer Anwendung gekommen.[1])

Auch die nach Art der Pferdehacken angeordneten einreihigen, durch Menschenkraft zwischen den Reihen bewegten, mit Rädern versehenen Hacken haben nur beschränkte Verbreitung gefunden. Zum Vertilgen des Unkrautes in den Zwischenräumen der Reihen bediente man sich zuweilen der Sehring'schen Hobelhacke[2]), eines zweiräderigen Instrumentes mit unmittelbar hinter den Rädern folgendem dreieckigem Schar, welches mittelst eines Gelenkes an einer Griessäule befestigt war und durch eine Stellschraube für den gewünschten Tiefgang eingestellt wurde. Die Griessäule bog sich oben zu einer Tülle um und wurde das Instrument mittelst eines in dieser eingesteckten Handgriffes vorwärts gestoßen und gesteuert. Eine größere Verbreitung als dieses ältere Instrument hat die Sack'sche einräderige Handhacke gefunden, welche ähnlich wie eine Pferdehacke mit verschiedenen Scharen und Häuflern versehen werden kann. Die Handhaben, ähnlich den Pflugsterzen, können für die Größe des Arbeiters zu beliebiger Höhe eingestellt werden. Auf festem und schwerem Boden muß das Geräth noch durch einen Arbeiter gezogen werden. Sack empfiehlt dasselbe für den Fall, daß der Acker wegen zu großer Nässe nicht gut von Zugthieren betreten werden kann, ferner wenn die Rübenblätter den Reihenzwischenraum zum Theil überdecken, so daß die Zugthiere viel zertreten würden und endlich bei sehr geringer Reihenentfernung. Das Gewicht des Gerätheş beträgt 17 Kilogramm, der Preis ohne Schare 17 Mark, während diese je nach der Form 1.50 bis 4.50 Mark kosten.

---

1) Das bekannteste der hierher gehörigen Instrumente ist Gräf's Walzenhacke, dessen Beschreibung und Abbildung sich im Wochenblatte der Annalen der Landwirthschaft, Jahrgang 1861 Seite 143 befinden. Bei stark verunkrautetem Boden erfüllte dieselbe jedoch ihr Aufgabe nur ungenügend.

2) Zeitschrift des Vereines für die Rübenzuckerindustrie, Lieferung 89, Jahrgang 1862.

B. Die Spanngeräthe.

a) Die Pflüge.

Einleitung.

Das wichtigste Geräth zur Bearbeitung des Ackerbodens, der Pflug, hat die Aufgabe, durch wiederholte Bearbeitung, oft unterstützt von anderen Geräthen, wie dem Grubber, der Egge oder der Walze, den Boden zur Aufnahme der Culturgewächse geeignet zu machen. Eine angemessene und rechtzeitige Verwendung des Pfluges befördert in wirksamster Weise den natürlichen Proceß der Ackergahre, zu welchem Zwecke vornämlich das Lockern, Wenden und Mischen der einzelnen von dem Pfluge bearbeiteten Erdstreifen erforderlich ist. Um den Boden den Einwirkungen der Atmosphäre in möglichst vollkommener Weise auszusetzen, soll der Pflug denselben nicht glatt, d. h. um 90 oder 180 Grad, umwenden, sondern in rauher Furche, also derartig, daß der Querschnitt des Bodens, rechtwinklig auf die Furchenrichtung, ein gezahnter wird und zwar mit möglichst großer Fläche.

Neben diesen Hauptaufgaben der Pflugarbeit hat dieselbe aber noch weitere Zwecke zu erfüllen, wie das Zerstören von Unkräutern, das Unterbringen des Düngers und der Saat, welche theils mit dem Lockern und Wenden des Bodens gleichzeitig erfolgen oder, wie speciell das Unterpflügen der Saat, durch besondere Pflugarbeit bewerkstelligt werden. Es ergiebt sich daraus, daß die Tiefe der Bodenbearbeitung mit dem Pfluge je nach dem Zwecke der Arbeit und der Bodenbeschaffenheit sehr verschieden gewählt werden muß. Bereits für das gewöhnliche Wenden empfiehlt es sich, nicht immer in gleicher Tiefe zu pflügen, sondern mit derselben öfters zu wechseln, weil andernfalls durch die Wirkung der Pflugsohle unter der Krume eine schwere durchlassende Schicht gepreßt wird, welche der Entwicklung der Pflanzen schädlich ist.

Der gewöhnliche Tiefgang des Pfluges variirt zwischen 0.08 und 0.25 Meter; ein ganz flaches Pflügen nennt man Schälen, zwischen 0.15 bis 0.20 Meter gewöhnliches (mitteltiefes) Pflügen, darüber ein tiefes Pflügen. Eine Pflugarbeit zwischen 0.25 und 0.35 Meter Tiefe heißt Rigolen oder Rajolen; dieselbe erfolgt entweder mit einem für diesen Tiefgang eingerichteten Pflug, den Rajolpflug, oder durch das Doppelpflügen, bei welchem hinter der ersten Furche eine zweite tiefere gezogen und der hierbei heraufgebrachte Boden über den ersten Furchenschnitt geworfen wird. Häufig besitzt der Untergrund nicht die günstige Be-

schaffenheit, um ihn an die Oberfläche bringen zu dürfen, oder es kann die erforderliche reichliche Düngung für den heraufgebrachten Boden nicht gegeben werden; in diesem Falle läßt man, wenn die Vertiefung des Bodens erwünscht ist, dem Pfluge ein Geräth zum Lockern des Bodens auf größere Tiefe, den Untergrundpflug (Untergrundwühler), folgen, welcher in der von dem Pfluge aufgenommenen Furche geht und den Untergrund zu einer weiteren Tiefe bis 0.20 Meter auflockert.

Ehe auf die Construction des Pfluges eingegangen werden kann, müssen wir die Bezeichnung der einzelnen Theile desselben sowie deren Wirkungsweise kennen lernen. Fig. 97 giebt die geometrische Darstellung

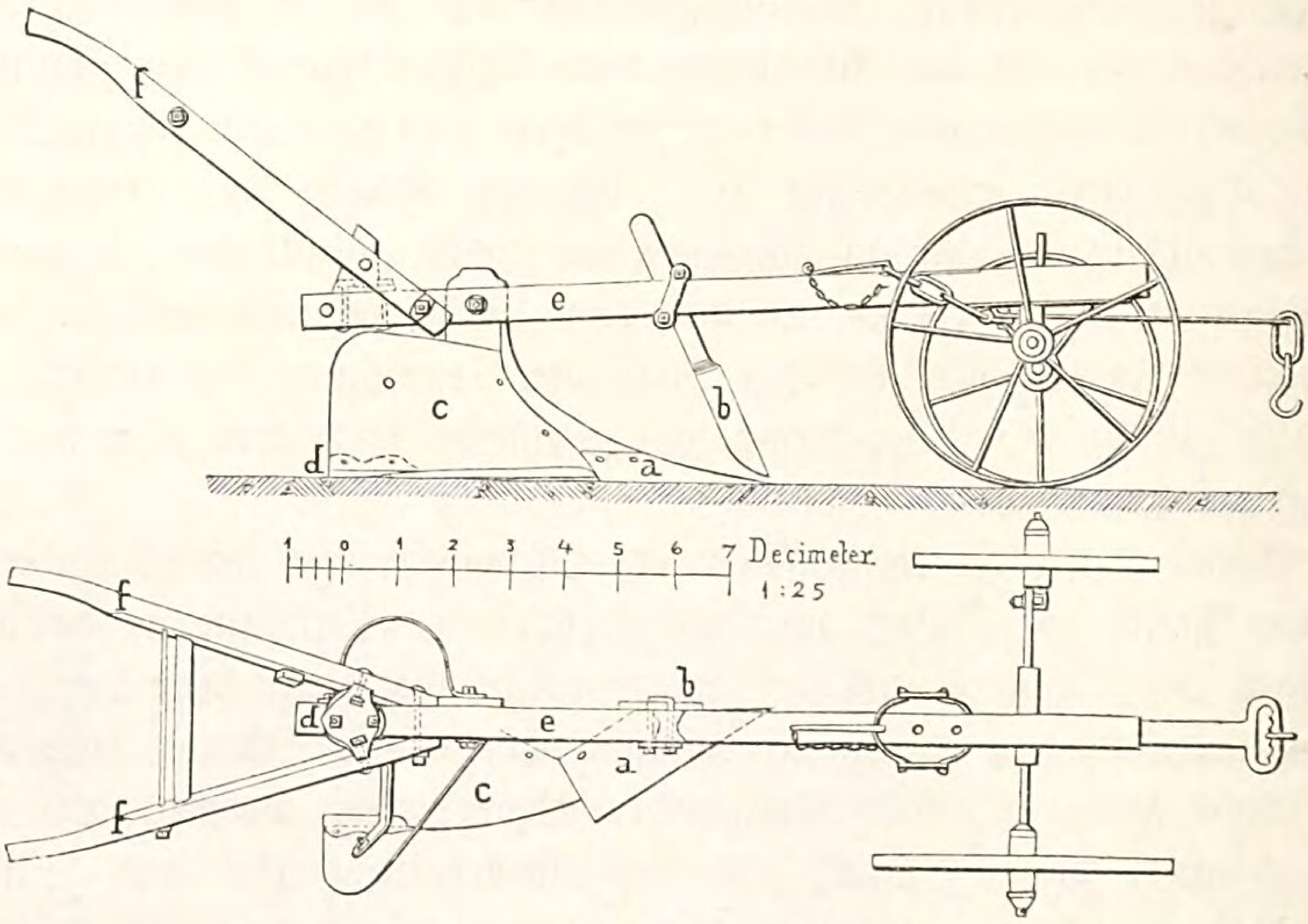


Fig. 97. Pflug von Clayton & Shuttleworth.

eines Pfluges in Seitenansicht und Grundriß. Die wichtigsten Theile desselben sind der Pflugkörper, der Pflugbaum oder Grindel und die Sterzen. Der Pflugkörper besteht aus dem Schar a zum horizontalen Abschneiden des zu wendenden Erdstreifens, dem fast immer unabhängig von den übrigen Theilen des Körpers am Grindel befestigten Kolter b (Messer oder Sech) zum verticalen Abtrennen des Erdstreifens und dem Streichbrette c (Rüster oder Riester) zum Wenden des Erdstreifens. Ferner aus der Sohle d zur geradlinigen Führung des Pfluges in der aufgenommenen Furche und der Vorrichtung zur Verbindung dieser Theile des Pflugkörpers. Bei den ganz aus Eisen gefertigten Pflugkörpern dient hierzu in der Regel ein entsprechend geformtes Gußstück, bei den gewöhnlichen (Land-)Pflügen zumeist die Griessäule, welche die Sohle mit dem Pflugbaume verbindet und die Landseite

(das Molterbrett), welche an der Schnittfläche des Kolters gleitet und den Pflugkörper gegen das Hineinfallen loser Erde abschließt. Anstatt des messerförmigen Kolters wendet man zuweilen ein scharfes, bei der Arbeit rotirendes Rad, das Radsech (vgl. Fig. 106 Seite 250), ferner vor dem eigentlichen Pflugkörper zum Abschälen der obersten Schicht ein kleines Schar, das Schälschar (Vorschneider, Fig. 122) an. Besteht das Schar und Kolter aus einem Stücke (Fig. 110 Seite 253), so nennt man dasselbe ein Nasensech.

Der Pflugbaum e (Pflugbalken, Grindel oder Grendel) dient zum Zusammenfassen der sämmtlichen Theile des Pfluges; an ihm schließen sich hinten die Sterzen f (die Handhaben) an, welche zur Führung desselben dienen. Am vorderen Theile des Pflugbaumes ist entweder eine Unterstützung angebracht, oder es ist derselbe unmittelbar mit dem Anspannhaken versehen; Pflüge letzterer Gattung heißen Schwingpflüge. Um den Tiefgang und die Furchenbreite ändern zu können, muß der Anspannhaken in verschiedener Höhe und auch zur Seite verstellt werden können; die bezügliche Vorrichtung heißt der Regulator oder Stellungsbügel. Bei den vorn unterstützten Pflügen unterscheiden wir die Stelzpflüge, bei welchen die Unterstützung lediglich durch einen auf dem Boden gleitenden Schuh, die Stelze, erfolgt und Räderpflüge, bei welchen die Unterstützung durch ein oder zwei, mit dem Pflugbaume verbundene Räder stattfindet. Wird nur ein Rad angewendet, so führt dieses zuweilen den Namen Radstelze oder Stelzrad. Ist das Räderpaar in einem besonderen Karren angeordnet, welcher mit dem Pflugbaume lose verbunden wird, so führt der Pflug den Namen Karrenpflug; der Karren selbst heißt Vorderkarren oder Vorgestell. Die beiden Räder desselben werden bez. Furchenrad und Landrad genannt.

Besondere Arten von Pflügen sind die Beetpflüge mit festen Streichbrettern und die Kehrpflüge, Wechselpflüge oder Gebirgspflüge mit Streichbrettern, welche derartig umgesetzt werden können, daß sie den Erdstreifen entweder nach der rechten oder linken Seite umlegen. Mit denselben werden keine Gewende gepflügt, sondern man fährt nach Umstellung des Streichbrettes unmittelbar neben der eben gezogenen Furche zurück. Ferner die bereits erwähnten Rajolpflüge oder Tiefgangpflüge und Untergrundpflüge, die Schälpflüge zum Abschälen der obersten Kruste oder des Rasens, die Pflüge mit mehreren Pflugkörpern, Doppelpflüge, Zwei- bez. Dreifurchenpflüge, die Saatpflüge zum Unterpflügen der breitwürfigen Saat und die Häufelpflüge mit Streichbrettern an beiden Seiten zum Formen von Kämmen und zum Anhäufeln der Erde zwischen den in Reihen stehenden Gewächsen, namentlich den Kartoffeln.

Vielfach sind noch gewisse Arten unvollkommener Pflüge in Anwendung wie der Haken (Ruhrhaken[1]), Aadl), ein dem slavischen Volksstamme angehöriges Geräth mit doppeltschneidigem Schar und daran anschließendem, symmetrisch zur Fortbewegungsachse gestelltem, geradem Streichbrette, welches bei einer Neigung der Sterzen nach der Furchenseite die aufgenommene Erde nach dieser herüberführt. Zuweilen fehlt bei den Haken das Streichbrett gänzlich. Endlich die Zochen, entstanden aus dem Karst, daher auch Karstpflüge genannt, mit gespaltenem Schar und daran anschließendem, aus zwei schmalen Brettern zusammengesetztem Streichbrette. Letzteres, ein in Rußland und theilweise noch in Ostpreußen verbreitetes Geräth, eignet sich für einen Boden, für dessen Bearbeitung nicht viel gethan werden kann und für Gegenden mit schwachen Zugthieren[2]).

Das Wenden des Bodens.

Unter der Voraussetzung, daß die einzelnen Theilchen des Bodens einen mehr oder minder beträchtlichen Zusammenhang besitzen, erfolgt die Wendung des Erdstreifens in der Weise, daß der durch das Kolter vertical und durch das Schar horizontal abgetrennte Erdstreifen a b c d, Fig. 98, durch die Fortbewegung der Scharoberfläche und deren Fort-

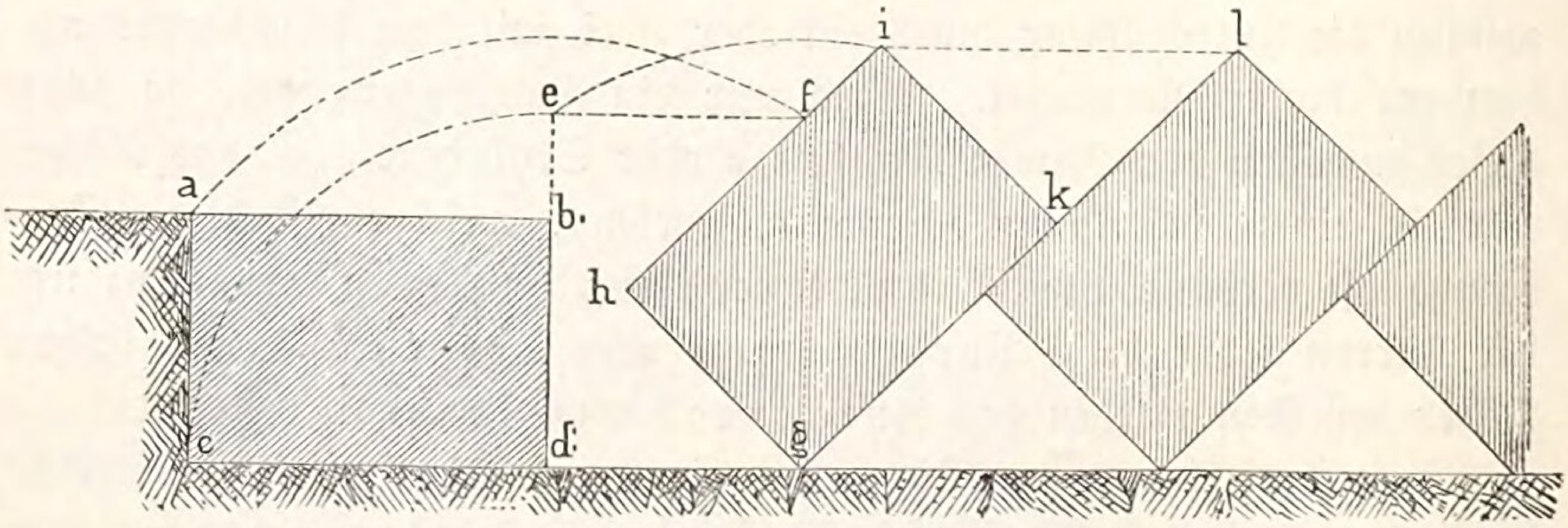


Fig. 98. Wendung des Erdbalkens.

setzung, der Oberfläche des Streichbrettes, gehoben und derartig um die Kante d gedreht wird, daß der Erdstreifen zunächst die Position d e f g erhält und somit eine Drehung um 90 Grad erfährt. Der Erdbalken

1) Unter „Ruhren" oder „Rühren" versteht man das wiederholte Pflügen des Ackers, während das erste Pflügen nach der Ernte das „Stürzen" genannt wird.

2) Die Haken und Zochen werden in der Schrift des berühmten Nationalökonomen K. L. Rau: Geschichte des Pfluges (Heidelberg 1845) eingehend behandelt, letztere überdies in dem Artikel: Abhandlung über die Zochen und Beiträge über die Entstehung der Pflüge überhaupt von L. Rau (dem jetzigen Direktor der Akademie Hohenheim, Sohn des Verfassers der eben angeführten Geschichte des Pfluges) in den Annalen der Landwirthschaft, Monatsblatt, Jahrgang 1861 Seite 327 u. f. Mit der Geschichte des

ruht nunmehr auf der Fläche d g. Die Fortsetzung der Drehung erfolgt um die Kante g, bis der Streifen die definitive Lage g h i k annimmt und sich an dem bei der vorangegangenen Pflugfahrt gewendeten Balken anlehnt.

Der Boden soll derartig gewendet werden, daß die Oberfläche eine möglichst große sei, d. h. die Summe i k + k l soll ein Maximum sein. In dem rechtwinkligen Dreiecke i k l sei s die Hypothenuse i l und t die Summe der beiden Katheten $= \frac{t}{2} + x$ und $\frac{t}{2} - x$; wir setzen demnach

$$s^2 = \left(\frac{t}{2} + x\right)^2 + \left(\frac{t}{2} - x\right)^2$$

$$\text{oder } t = \sqrt{2\,(s^2 - 2\,x^2)}.$$

Dieser Ausdruck ist ein Maximum, wenn $x = 0$, wenn also $i\,k = k\,l$ ist. Es wird diese Bedingung erfüllt, wenn die beiden Winkel an der Hypothenuse i l gleich groß, also gleich 45 Grad sind. Die Lage der Erdbalken muß mithin eine derartige sein, daß dieselben aus der Verticalstellung d e f g um weitere 45 Grad gewendet werden.

Die Breite des zu wendenden Erdstreifens muß in einem bestimmten Verhältnisse zur Tiefe stehen, welches sich aus der Beziehung

$$\widehat{il}^2 = 2\,\widehat{ik}^2$$

als

$$\widehat{il} = \widehat{ik}\,\sqrt{2} = 1.414\,\widehat{ik}$$

bestimmt. Es muß somit die Furchenbreite gleich 1.4 multiplicirt mit der Furchentiefe sein, wenn die Oberfläche der gepflügten Kämme eine möglichst große sein soll.

In den theoretischen Betrachtungen über die angemessenste Form des Streichbrettes, welches die eben geschilderte Drehung zu verrichten hat, ging man fast allgemein von der Voraussetzung aus, daß die Ueberführung des Balkens a b c d in die Lage g h i k um die beiden Drehachsen d und g mit Hülfe einer Schraube bez. eines Schraubensegmentes zu

Pfluges beschäftigen sich überdies Fürstenberg in einer Arbeit: „Auszug aus der Geschichte des Pfluges" in derselben Zeitschrift, Jahrgang 1866 Seite 73 und 244; ferner James Edward Ransome in seiner Schrift: Ploughs and Ploughing; Edinburgh 1865, übersetzt und mit vielen werthvollen Zusätzen versehen von Dr. W. Hamm im landwirthschaftlichen Wochenblatte des k. k. Ackerbauministeriums in Wien, Jahrgang 1870 Nr. 37—41 und endlich Albrecht Thaer (der Enkel unseres großen Meisters) in seinem schönen Werke: System der Landwirthschaft; Berlin 1877.

erfolgen habe, welches durch den bei der Fortbewegung des Pfluges erzeugten axialen Druck in der nämlichen Weise die radiale Bewegung veranlaßt, wie eine in der Achsenrichtung verschobene Schraubenmutter die Schraube in Drehung versetzt, wenn erstere an der Drehung und letztere an der Verschiebung in der Achsenrichtung verhindert ist. Man zerlegte den zu wendenden Erdbalken durch rechtwinklig auf die Achsenrichtung gestellte Verticalschnitte in einzelne Prismen, welche successive ihre Drehung um die beiden Stützpunkte d und g erhielten, bis sie in die Lage g h i k übergeführt waren und bildete die Streichbrettfläche aus zwei Schraubenmutter-Segmenten, deren Achsen die beiden Drehachsen darstellten. Es ist selbstverständlich, daß es in dieser Weise gelingen muß, eine Streichbrettform zu finden, welche die zu verrichtende Aufgabe bewerkstelligt, wie in der That wiederholt Pflüge nach diesem Principe construirt und in die Praxis eingeführt wurden.

Die Erfahrung einer langen Reihe von Jahren hat jedoch übereinstimmend bestätigt, daß ein derartig construirtes Streichbrett keineswegs die Bedingungen vollkommen erfüllt, welche an den Pflug gestellt werden müssen, und zwar in erster Reihe aus dem Grunde, weil bei dieser Betrachtung stets ein plastischer Boden vorausgesetzt wird, der jedoch in der Praxis nur äußerst selten angetroffen wird. Sobald sich die Bodenbeschaffenheit ändert, und dies geschieht bereits bei dem nämlichen Boden mit Zunahme und Abnahme der Feuchtigkeit, kann der nach rein theoretischen Regeln construirte Pflug seine Aufgabe nicht mehr in vollkommener Weise erfüllen. Ueberdies bleibt, selbst wenn man die Schraubenform für das Streichbrett beibehalten will, die Frage über die Größe des Steigungswinkels und dem entprechend über die Länge des Streichbrettes noch eine vollkommen offene und läßt sich dieselbe durchaus nicht auf analytischem Wege lösen. Man ist wohl zu dem Resultate gelangt, daß die Zugkraft unter sonst gleichen Umständen im Wesentlichen unabhängig ist von der Größe des Steigungswinkels bez. von der Länge des Streichbrettes; dagegen übt die Länge desselben einen ganz erheblichen Einfluß auf die Qualität der Arbeit aus und es wird demnach für die Praxis der Werth des Pfluges durch die Streichbrettlänge wesentlich beeinflußt. Fig. 99 und 100 veranschaulichen diese verschiedenartige Wirkungsweise des Pfluges. Ein lang gezogenes Streichbrett würde die Erdbalken unter der Voraussetzung, daß dieselben eine hinlängliche Cohäsion besitzen, um nicht bei der Drehung zu zerfallen, in der Fig. 99 dargestellten Art wenden, so daß der Zusammenhang der Balken vollständig erhalten bleibt. Ist der Steigungswinkel dagegen ein steilerer, so vergrößert sich der Druck des Streichbrettes gegen den Erd-

balken in der Richtung radial zu der Drehachse und es wird der Boden bei der Wendung in sich gebrochen, gekrümelt, wie Fig. 100 darstellt. Hamm[1]) unterscheidet nach dieser verschiedenen Wirkungsweise die Pflüge in Flachwender und Steilwender, eine Unterscheidung, welche in neuerer Zeit von mehreren Schriftstellern adoptirt wurde.

Wie bereits erwähnt, hat das rein nach theoretischen Gesichtspunkten construirte Streichbrett in der Praxis nicht den Erfolg errungen, der von demselben erhofft wurde. Bei dynamometrischen Messungen der Zugkraft erweisen sich die auf empirischem Wege construirten Streichbrettformen demselben häufig überlegen. Man ist deshalb in neuerer Zeit fast vollständig von der Construction der Streichbretter mit Zugrundelegung der Schraube zurückgekommen und sucht die angemessenste Form desselben für die verschiedenen Bodenarten durch vergleichende dynamometrische Messungen an verschiedenen Pflügen und sorgfältiger Beobachtung der Abnutzung zu ermitteln. Die nicht zweckentsprechende Gestalt des Streichbrettes erkennt man sowohl an dem hohen Aufwande an Zugkraft als auch an einer ungleichmäßigen Abnutzung einzelner Flächentheile und ist im Stande, durch eine entsprechende Correctur der Fläche sowohl die Abnutzung als auch die Zugkraft erheblich zu vermindern. Diese in neuerer Zeit fast allgemein eingeschlagene Methode, auf synthetischem Wege die passendste Streichbrettform für einen bestimmten Boden zu ermitteln, hat ungleich günstigere Resultate geliefert als der rein analytische Weg, welcher mithin als total

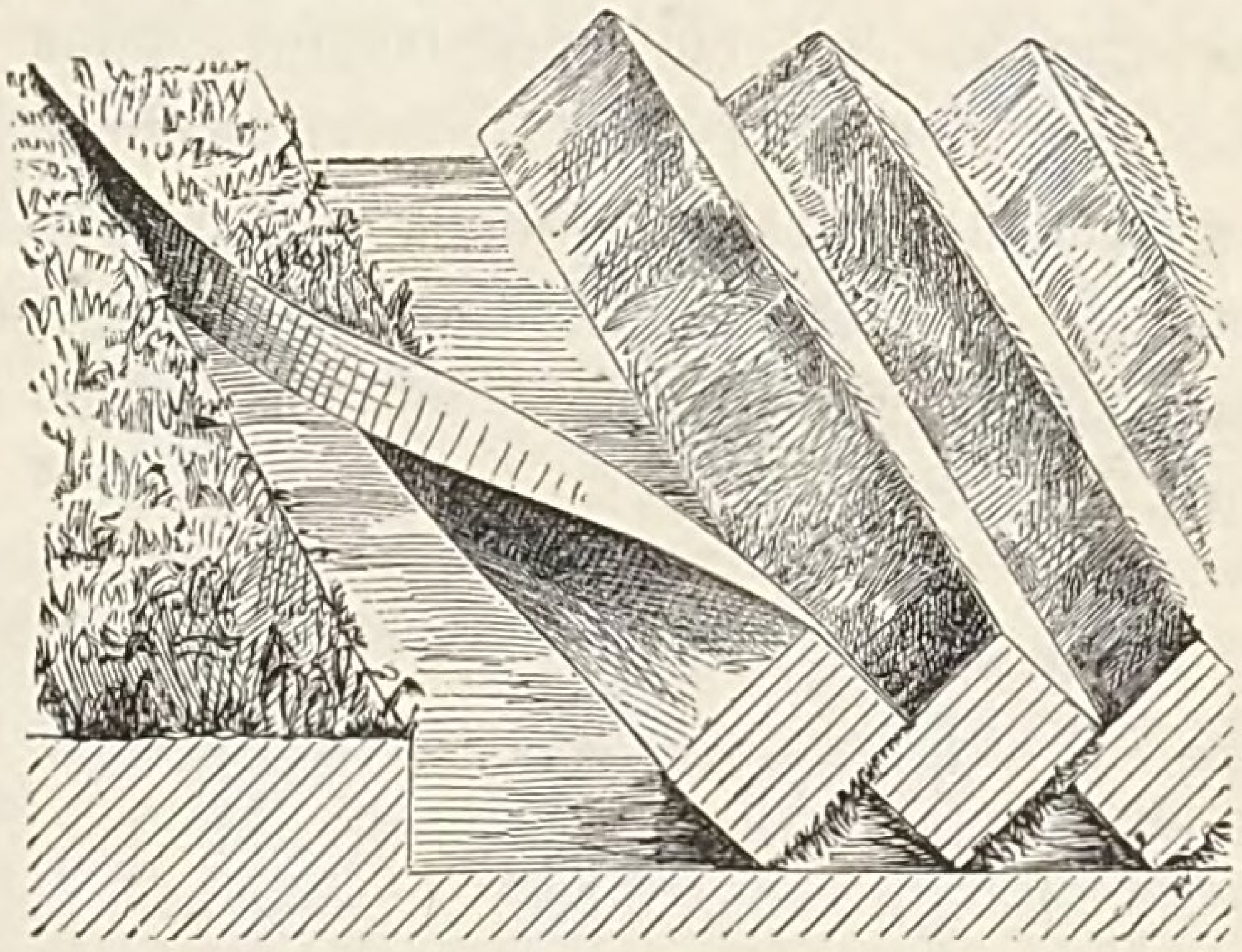


Fig. 99. Flachwendung des Erdbalkens.

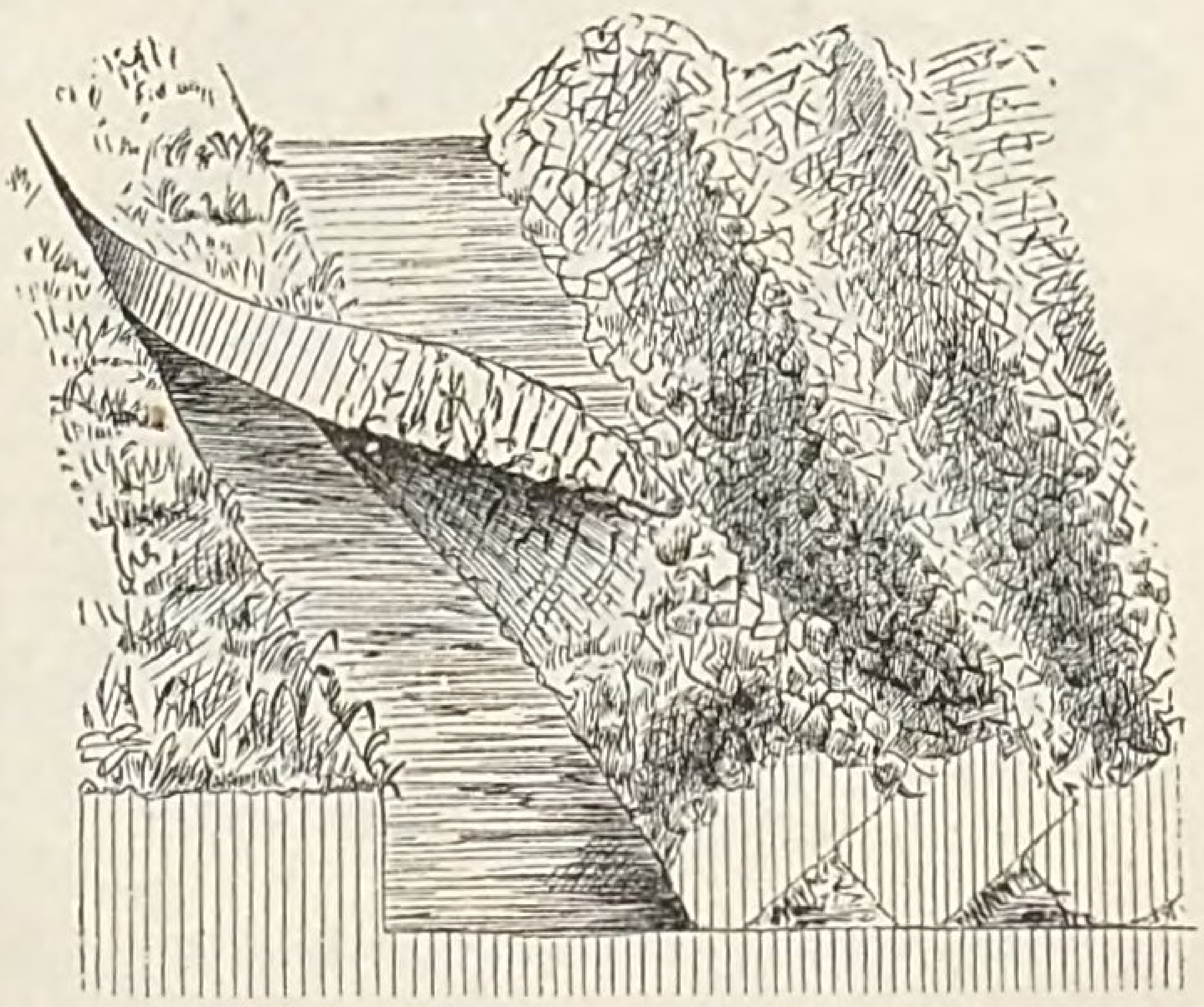


Fig. 100. Steilwendung des Erdbalkens.

1) Landwirthschaftliches Wochenblatt des k. k. Ackerbauministeriums in Wien, Jahrgang 1870 Seite 466.

unfruchtbar hier nicht weiter zu erörtern ist.[1] Es steht zu erwarten, daß durch die immer umfassendere Anwendung des Dynamometers zur Ermittlung der Zugkraft des Pfluges und durch fortgesetzte vergleichende Versuche die Ausbildung der Pflüge weit größere Fortschritte machen wird als durch theoretische Untersuchungen. Namentlich werden letztere niemals im Stande sein, die zweckmäßigste Länge des Streichbrettes festzustellen, da einer der wichtigsten Factoren, welcher dieselbe beeinflußt, die Reibung zwischen der Streichbrettfläche und dem Boden, je nach dem Feuchtigkeitsgehalte desselben beträchtlich schwankt, wie folgende Zusammenstellung der Reibungscoefficienten zwischen einer polirten Schmiedeeisen-Schiene und dem Boden zeigt:

Bodenart	In trocknem Zustande.	In mäßig feuchtem Zustande.	In sehr feuchtem Zustande.
Sand	0.39	0.49	0.50
Lehm.	0.38	0.50	0.55

Die bisher besprochene Methode der Furchenumlegung, wie sie durch Fig. 99 und 100 versinnlicht wird, ist übrigens nicht die einzige in der Praxis übliche. In Schottland z. B. ist noch fast allgemein die Zerlegung der Balken in trapezoidale Prismen nach Fig. 101 (Crested Furrow, Kammfurchen) üblich, indem der Boden auf der Sohle nicht horizontal, sondern in schräger Richtung und zwar an der Landseite um 0.04 bis 0.05 Meter tiefer als an der Furchenseite, durchschnitten wird. In Folge dieser eigenthümlichen Disposition erhält die der Luft ausgesetzte Oberfläche spitzere Winkel und eine größere Höhe als beim Pflügen in rechteckigen Furchenquerschnitten, wodurch die Wirkung der nachfolgenden Egge erhöht und die Bedeckung der Saat eine günstigere werden soll. Dem steht jedoch der Nachtheil gegenüber, daß der Boden zu verschiedener Tiefe gelockert wird; bei einem Vergleiche zweier Furchen gleichen Querschnittes von rechteckiger und trapezoidaler Form ergiebt sich, daß bei letzterer nahezu der neunte Theil des Bodens,

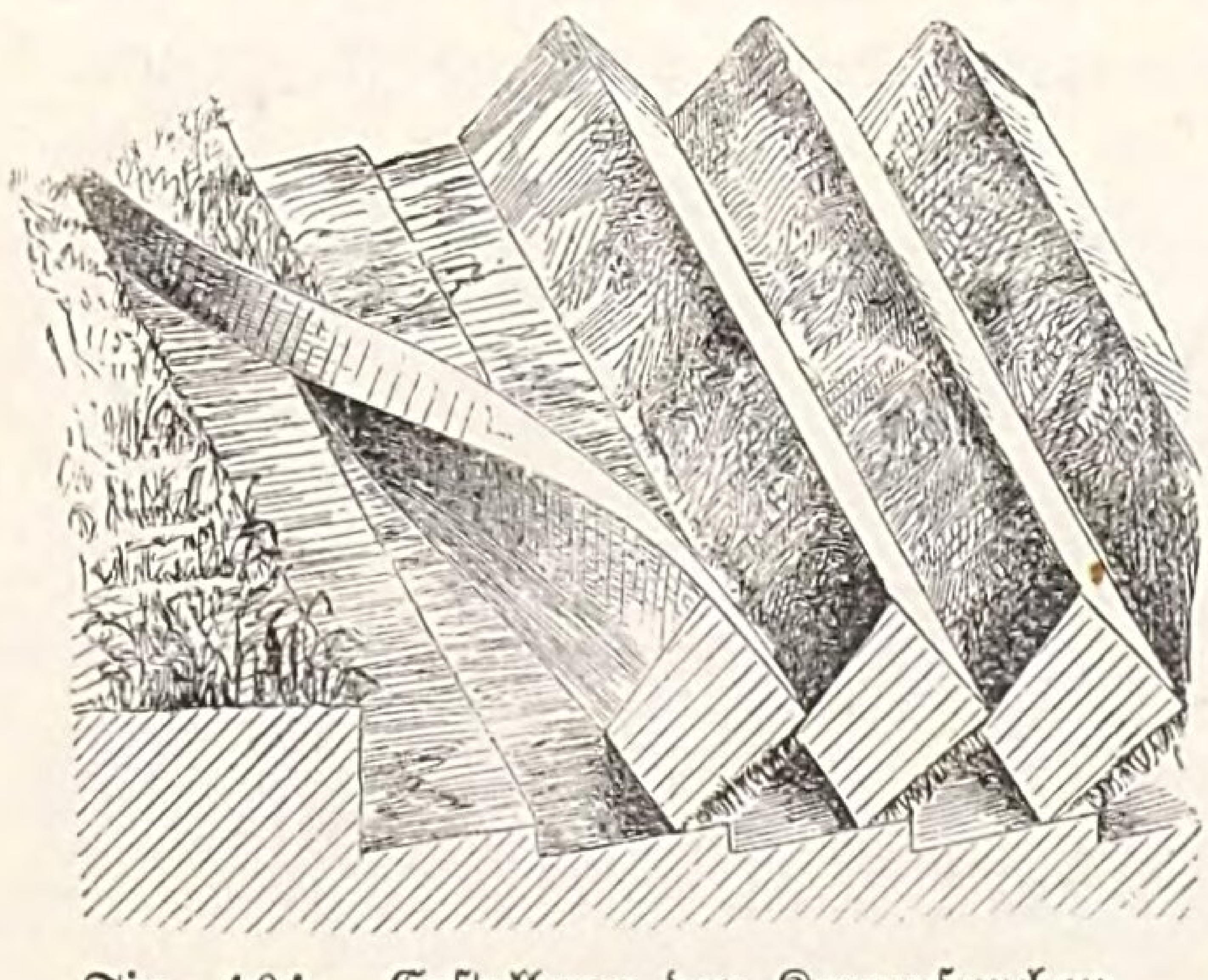


Fig. 101. Erstellung der Kammfurchen.

1) Die ausführlichsten theoretischen Untersuchungen über die beste Form des Streichbrettes enthält der Artikel „Charrue“ von J. Grandvoinnet in der Encyclopédie pratique de l'agriculture von L. Moll et Eug. Gayot, Band IV, Seite 715—927; Paris 1871.

welcher bei ersterer bearbeitet wird, vom Pfluge nicht berührt wird. Aus diesem Grunde stellen sich auch die Ernteerträge der in Kammfurchen bearbeiteten Aecker ungünstiger als bei gewöhnlichen Furchen, wie vergleichende Versuche in England dargelegt haben.[1]) Die Königliche Ackerbaugesellschaft von England hat dem zu Folge die „Kammpflüge" in neuerer Zeit auch von ihren Concurrenzen ausgeschlossen und verlangt von jedem Pfluge, daß er die Sohle horizontal und überall zu gleicher Tiefe erstelle.

Ferner kommt noch vereinzelt, aber in fast allen Ländern, das sog. Glattpflügen vor, d. h. die Erdbalken werden vollständig umgewendet, so daß die frühere Oberfläche nunmehr die Sohle bildet und die Balken nicht dachförmig geneigt, sondern flach neben einander liegen. Hierdurch wird die gesammte frühere Oberfläche zur Bedeckung und Verwesung gebracht, während die nunmehr der Atmosphäre ausgesetzte Schicht vordem zu unterst sich befand. Für die Saatbestellung würde sich diese Wendemethode sehr gut eignen, da die bei dem gewöhnlichen Pflügen sich bildenden hohlen Räume zwischen den einzelnen Furchen wegfallen. Zum Glattpflügen werden zumeist Wechselpflüge benutzt, um stets Furche an Furche zu legen und die Beetfurchen zu vermeiden. Da jedoch bei dieser Methode des Pflügens eine der wichtigsten Anforderungen, nämlich die Herstellung einer möglichst großen Bodenoberfläche, nicht erfüllt wird, so hat dieselbe, namentlich für die Brachbearbeitung, keine große Verbreitung gefunden.

Bei den bisherigen Betrachtungen über das Wenden des Bodens mit dem Schare und Streichbrette ist stets angenommen worden, daß die einzelnen Theile des Bodens einen mehr oder minder beträchtlichen Zusammenhang besitzen, dessen höchste Stufe die Bezeichnung „plastischer Boden" führt. Je nachdem der Zusammenhang nach der Wendung beibehalten wird oder ein Zerbrechen der Erdbalken rechtwinklig zu ihrer Achse stattfindet, führen die bezüglichen Pflüge, wie bereits erwähnt, die Namen Flachwender und Steilwender. Besitzt der Boden dagegen eine derartig geringe Consistenz, daß die einzelnen Theile sich unter der Einwirkung der Schwerkraft an einander verschieben können, so läßt sich eine Wendung der Erdbalken in der bisher dargestellten Weise nicht ausführen. Um derartige Böden zweckmäßig zu bearbeiten, bedient man sich eigenthümlich construirter Pflüge, welche im Gegensatze zu den beiden eben angeführten Gruppen als Krümler, Krümelpflüge, Sturzpflüge

1) Vergl. die bereits angeführte Ransome'sche Schrift: Ploughs and Ploughing, Seite 37.

oder Ruch'adlo's[1]) bezeichnet werden. Zum Verständnisse der Wirksamkeit dieser Pfluggruppe denken wir uns eine rechtwinklig zur Fahrrichtung des Pfluges gestellte, nach hinten geneigte Ebene, ähnlich dem Streichbrette des Hakens. Ist die Neigung steiler als der Böschungswinkel der Erde, so wird bei der Fahrt die Erde an dieser Ebene emporsteigen, und zwar werden die untersten Theile des Bodens vorangehen, da sie zuerst mit der Fläche in Berührung kommen. Bei der Bewegung wird der Druck der nachfolgenden Erde oben ein Ueberstürzen bewirken, derartig, daß eine nahezu vollkommene Vermischung stattfindet und die unterste Schicht zum größten Theil nach oben kommt. Nehmen wir an, die Fläche stehe nicht rechtwinklig, sondern geneigt zur Fahrrichtung des Pfluges, so wird das Aufsteigen der Erde in der nämlichen Weise erfolgen, dagegen muß das Ueberfallen derselben nach der Seite hin stattfinden. Wird die Fläche ferner derartig eingerichtet, daß der Steigungswinkel allmälig ein steilerer wird, und zwar zu Anfang geringer als der Böschungswinkel, in der Folge, d. h. am oberen Theile, steiler als dieser, so wird auch das Herabgleiten des Bodens von der Fläche verhindert; derselbe steigt zunächst an und wird, anlangend an dem steileren Theile, übergeworfen. Die Erdtheilchen nehmen jetzt die Bewegung an, welche sich aus der Form des so angeordneten Streichbrettes ergiebt; sie „sprudeln" gleichsam im Bogen über dem Streichbrette hinweg, werden gewendet und bilden bei gründlicher Durcharbeitung eine regelmäßige Furche. Es leuchtet ein, daß die Fahrgeschwindigkeit des Pfluges einen nicht unerheblichen Einfluß auf die mehr oder minder energische Wirkung des Ruchadlo's ausüben muß, in ähnlicher Weise wie bei der Schaufel die Wurfweite von der Geschwindigkeit abhängt, mit welcher das Instrument bewegt wird. Je schneller das Aufsteigen auf der gekrümmten Fläche stattfindet, desto größer wird die Geschwindigkeit der Erdtheilchen beim Verlassen des Streichbrettes sein, desto weiter werden dieselben mithin nach vorn und zur Seite geschleudert. Die Erfahrung bestätigt dies auch vollständig: während bei den Flach- und Steilwendern die Geschwindigkeit keinen oder nur einen sehr geringen Einfluß auf die gute Leistung in qualitativer Hinsicht ausübt, arbeitet der Krümelpflug um so vollkommener, je schneller er geht.

Die Regulirung der Furchentiefe und -breite.

Die Richtung des Zuges bestimmt sich bei dem Pfluge durch den Widerstandspunkt, d. h. denjenigen Punkt im Pflugkörper, an welchem

1) Ruchadlo ist der böhmische Name für Stürzpflug; Erfinder desselben sind aller Wahrscheinlichkeit nach zwei Landleute (Vettern) Wewerka zu Rybytev bei Pardubitz in Böhmen. Die ursprüngliche Form ist in späterer Zeit mannigfach modificirt worden.

die Zugkraft angreifend gedacht werden kann, und die Höhe sowie die Anspannungsart der Zugthiere. Der Widerstandspunkt läßt sich geometrisch nicht genau bestimmen, besonders da er mit dem Tiefgange wechselt; man nimmt gewöhnlich an, daß derselbe in dem Schare bez. dem Streichbrette und zwar in $^2/_3$ der Furchentiefe über der Sohle und $^2/_3$ der Furchenbreite, von der Scharspitze aus gemessen, liege. Von diesem Punkte aus steigt die Zugkraft je nach der Länge der Anspannung und der Höhe der Zugthiere unter einem Winkel von 20 bis 24 Grad aufwärts, so daß 91 bis 94 Procent der aufgewendeten Zugkraft ($\cos 20^0 = 0.94$, $\cos 24^0 = 0.91$) zur Fortbewegung des Pfluges nutzbar gemacht werden. In Fig. 102 stellt a den Widerstandspunkt im Pflug-

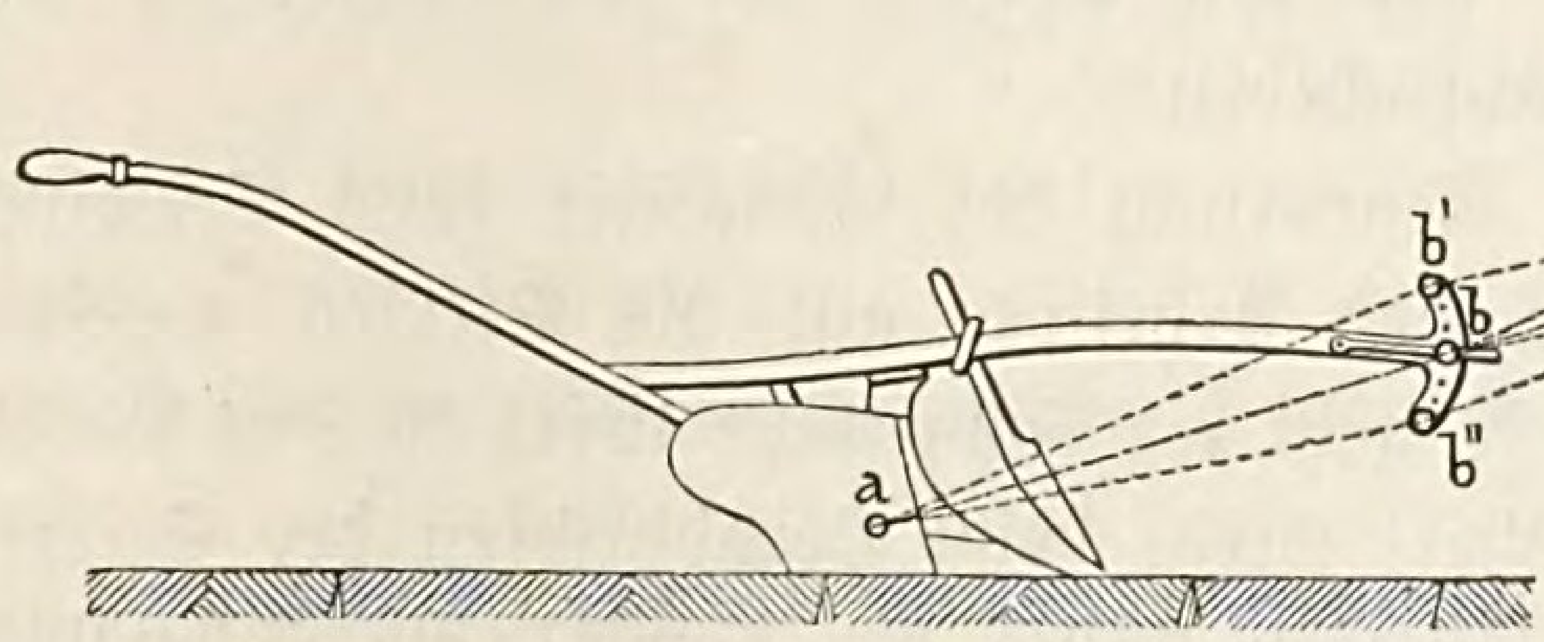


Fig. 102. Regulirung der Furchentiefe.

körper, c die Höhe der Kummethaken, den Angriffspunkt der Zugkraft, dar. Da aus practischen Gründen die Anschirrung am Kopfe des Grindels bei b erfolgt, so muß die Zugrichtung a c den Punkt b schneiden, d. h. b muß in der geraden Linie a c liegen. Da nun sowohl a wie c veränderlich sind, ersterer wegen des verschiedenen Tiefganges und letzterer wegen der Verschiedenheit der Bespannung, so muß auch der bei b befindliche Anspannhaken zu verschiedener Höhe eingestellt werden können. Die bezügliche Vorrichtung führt, wie bereits erwähnt, den Namen Regulator.

Es ist leicht ersichtlich, wie durch Hebung und Senkung des Anspannhakens mittelst des Regulators die Furchentiefe geändert werden kann. Stellt man den Haken höher, z. B. nach b', so wird a b' c die Zuglinie, d. h. der Pflugkopf senkt sich um b b' und es nimmt die Scharspitze eine nach abwärts geneigte Stellung an; der Pflug geht tiefer. Stellt man den Haken tiefer, nach b'', so wird a b'' c die Zuglinie; der Pflugkopf hebt sich um b b'' und entsprechend geht die Scharspitze aus dem Boden; der Pflug geht flacher.

Ein weiteres Mittel zur Veränderung der Pflugtiefe ist in der Art der Anspannung gegeben. Durch Verkürzung der Zugstränge, z. B. durch Verlegung des Angriffspunktes der Zugkraft von c nach c', wird a c' die Zuglinie; da der Punkt b in dieselbe fallen muß, so hebt sich der

Pflugkopf; der Pflug geht flacher. Durch Verlängerung der Anspannung, dergestalt, daß c'' der Angriffspunkt der Zugkraft wird, senkt sich der Pflugkopf, so daß die Furchentiefe eine größere wird. In der Regel wird die erste Methode der Regulirung des Tiefganges die in der Praxis verwendbare sein; es kommen jedoch Fälle vor, namentlich, wenn man sehr flach pflügen (schälen) oder eine sehr beträchtliche Tiefe nehmen will, in denen die Regulatorstellung nicht ausreicht; alsdann muß man sich durch Verkürzung bez. Verlängerung der Anspannung helfen. Besonders bei der Anspannung von vier Pferden in zwei Paaren hinter einander ist der Einfluß der Entfernung des Angriffspunktes c vom Pflugkopfe zu beachten und muß für diesen Fall der Regulator die hinlängliche Stellbarkeit besitzen, um den Einfluß der Verlängerung der Zuglinie erforderlichen Falls aufzuheben[1]).

Ein weiteres Mittel zur Aenderung der Gangtiefe beim Schwingpfluge ist in der Einwirkung des Arbeiters auf die Sterzen gegeben. Hebt derselbe die Sterzen an, so geht die Scharspitze tiefer in den Boden, so daß die Furchentiefe vergrößert wird; beim Herabdrücken der Sterzen stützt sich der Pflug auf der hinteren Kante der Sohle; die Scharspitze kommt aus dem Boden und die Furchen werden flacher. Bei einem richtig construirten und mit Hülfe des Regulators angemessen eingestellten Pfluge soll jedoch der Arbeiter die Sterzen lediglich benutzen, um bei etwaigen Hindernissen, z. B. Steinen oder auch besonders weichen Stellen ein Herausheben bez. zu tiefes Einsinken des Pfluges zu verhindern und beim Schwingpfluge den geradlinigen Gang zu erhalten.

In ähnlicher Weise lassen sich der Regulator, die Anspannung und die Sterzen verwenden, um die Furchenbreite zu reguliren. Der Regulator eines Pfluges zum Wenden muß außer der Verstellbarkeit nach oben und unten auch eine solche nach der Seite hin besitzen, so daß der Anspannhaken in der Verticalebene vor dem Pflugkopfe an verschiedenen Punkten festgestellt werden kann. Bezeichnet in dem Grundrisse Fig. 103 a b c die Zuglinie, so wird, wenn der Anspannhaken nach b', nach dem Lande zu, verschoben wird, b' nach b kommen, d. h. die Furchen erhalten eine geringere Breite. Stellt man den Anspannhaken mehr nach der Furchenseite, also nach b'', so rückt b'' nach b, d. h. die Furchen werden breiter. Ist eine Vorrichtung vorhanden (was zumeist nicht der Fall ist und auch eine umständliche Einrichtung bedingen würde), um die Zug-

1) Bei Pflugconcurrenzen machte ich mehrfach die Beobachtung, daß Pflüge, welche vorher auf eine bestimmte Tiefe von Seiten ihrer Führer eingestellt waren, bei der Probe eine nicht unbeträchtlich größere Tiefe nahmen. Es erfolgte dies stets nach Einschaltung des Zugdynamometers und findet in der obigen Betrachtung seine einfache Erklärung.

stränge auf den Ortscheiten seitlich zu verschieben, so würde mit der Verschiebung der rechtsseitigen Stränge[1]) nach der Mitte der Ortscheite hin die Furchenbreite geringer und umgekehrt bei einer Verschiebung der linksseitigen Stränge nach der Mitte zu die Furchenbreite größer werden. Will man mit Hülfe der Sterzen die Furchenbreite verringern, so drückt man leicht auf die linke Sterze, während man die rechte anhebt; soll die Furche breiter werden, so drückt man die rechte Sterze leicht herunter und hebt die linke an. Um in beiden Fällen jedoch das Schar nicht aus dem Boden zu heben, empfiehlt es sich, beide Sterzen leicht anzuheben und alsdann bez. die rechte oder linke etwas zu senken. Es gilt jedoch für die Verwendung der Sterzen zur Regulirung der Furchenbreite das nämliche, was bereits für die Benutzung derselben zur Regulirung der Tiefe gesagt wurde.

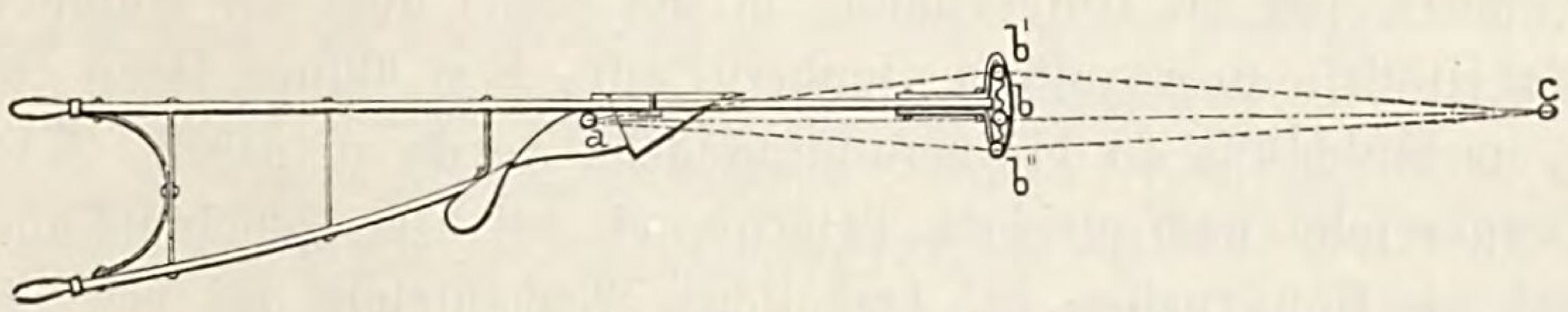


Fig. 103. Regulirung der Furchenbreite.

In dem Nachfolgenden sind die gegebenen Regeln für die Einstellung des Pfluges übersichtlich zusammengestellt:

Um tiefer zu pflügen, kann man folgende Mittel anwenden:

1) den Anspannhaken mittelst des Regulators höher stellen,
2) die Zugstränge verlängern,
3) beide Sterzen anheben.

Um flacher zu pflügen:

1) den Anspannhaken mittelst des Regulators niedriger stellen,
2) die Zugstränge verkürzen,
3) beide Sterzen herunterdrücken.

Um breitere Furchen zu pflügen:

1) den Anspannhaken mittelst des Regulators nach rechts verschieben,
2) die linksseitigen Zugstränge von den äußeren Angriffspunkten an den Ortscheiten nach der Mitte zu schieben,

1) Es wird hier stets angenommen, daß der Pflug nach der rechten Seite umlegt, wie dies bei fast allen Pflügen mit festen Streichbrettern mit Ausnahme einiger belgischer Arten der Fall ist.

3) die rechte Sterze herunterdrücken und die linke anheben, unter gleichzeitiger Anhebung beider Sterzen.

Um schmalere Furchen zu pflügen:

1) den Anspannhaken mittelst des Regulators nach links verschieben,
2) die rechtsseitigen Zugstränge von den äußeren Angriffspunkten an den Ortscheiten nach der Mitte zu schieben,
3) die linke Sterze herunterdrücken und die rechte anheben unter gleichzeitiger Anhebung beider Sterzen.

Man ersieht aus dieser Betrachtung, daß die Einstellung des Pfluges für die beabsichtigte Furchenbreite und -tiefe fast ausschließlich durch den Regulator zu erfolgen hat, da die beiden anderen Mittel für die Praxis im Allgemeinen nicht empfehlenswerth sind. Es gelten diese Regeln zunächst für den Schwingpflug; jedoch ist bei den vorn unterstützten Pflügen zu beachten, daß die Unterstützung in der Regel nicht die Aufgabe hat, die Arbeitstiefe zu reguliren, sondern nur, dem Pfluge einen sicheren Gang im Anschlusse an die vorangegangene Furche zu geben. Die Regulirung erfolgt nach gleichem Principe wie bei dem Schwingpfluge und ist auch die Construction des bezüglichen Mechanismus bei den Pflügen mit fester Unterstützung, Stelzen, Stelzrädern oder zwei fest mit dem Grindel verbundenen Rädern (englisches Vordergestell) die nämliche. Wendet man dagegen eine lose Karre an, bei welcher der Grindel in einem Lager des Karrengerüstes ruht, so erfolgt die Regulirung zumeist durch Heben und Senken bez. Seitwärtsschieben dieses Lagers, dem der Grindel folgen muß. Die bezüglichen Constructionen werden in dem folgenden Capitel besprochen werden.

Es führt dies zur Behandlung der Frage, ob Karrenpflüge oder Schwingpflüge empfehlenswerther seien. Theoretisch kann dieselbe durchaus nicht entschieden werden, da selbst in dem Falle, daß der Schwingpflug unter im Uebrigen gleichen Umständen eine etwas geringere Zugkraft erforden würde als der Karrenpflug, hierdurch die Frage keineswegs zu Gunsten des ersteren erledigt wird. Es fehlen bisher genaue, vergleichbare Versuche über die Zugkraft des Schwing- und Karrenpfluges; so viel läßt sich jedoch ersehen, daß wenn der Schwingpflug in Folge seines geringeren Gewichtes eine schwächere Zugkraft für die Fortbewegung erfordert, der Karrenpflug unter sonst gleichen Umständen eine geringere Reibung an der Sohle erleidet, da ein Theil des Gewichtes des Pfluges von den Rädern aufgenommen und somit ein Theil der sonst gleitenden Reibung in wälzende Reibung umgewandelt wird. Hierdurch wird der Vorzug des geringeren Gesammtgewichtes des Schwingpfluges wieder aufgehoben.

Wenn auch die Frage, welches der beiden Pflugsysteme unter genau gleichen Verhältnissen eine geringere Zugkraft erfordert, bisher nicht aufgeklärt ist, so spricht doch für den Räderpflug unter allen Umständen, daß die Führung desselben eine erheblich leichtere ist, daß bei richtiger Einstellung selbst ungeübte Arbeiter denselben leiten können, während der Schwingpflug stets einen geschickten und aufmerksamen Führer erfordert. Der sichere, gleichmäßige Gang des unterstützten Pfluges ermöglicht es sogar zuweilen, mehrere Pflüge hinter einander arbeiten zu lassen, welche nur zum Ausheben aus dem Boden und Einlenken in die neue Furche an den Sterzen geführt werden, so daß selbst bei vier Pferden oder Ochsen ein Knabe genügt, um die Zugthiere zu führen, während im Uebrigen mehrere Pflüge von einem Arbeiter bedient werden können.

Aus diesem Grunde finden auch in neuerer Zeit die Karrenpflüge immer ausgedehntere Verwendung und verbreiten sich selbst in Districten, welche vordem fast ausschließlich den Schwingpflug benutzten. Selbst wo die gewöhnliche Karre oder das feste (englische) Radgestell noch keinen Eingang gefunden haben, zieht man die durch eine Stelze oder ein Stelzrad unterstützten Pflüge den Schwingpflügen vor und hat es somit den Anschein, als sollte die viel erörterte Frage in nicht zu langer Zeit durch der Praxis definitiv zu Gunsten der unterstützten Pflüge entschieden werden.

1. Die wichtigsten Theile des Pfluges.

Das **Kolter** (Messer, Sech). Wie bereits Seite 234 angegeben, dient das Kolter zum verticalen Abtrennen des zu wendenden Erdstreifens; dasselbe wird in der Regel unabhängig von den übrigen Theilen des Pflugkörpers an dem Grindel befestigt. Bei der Bearbeitung leichten Bodens, welcher aus lockeren Theilchen ohne Zusammenhang besteht, ist die Verwendung des Kolters nicht erforderlich und fehlt dasselbe demnach den hierzu bestimmten Pflügen. Sobald der Boden jedoch derartig bindig ist, daß ein Abreißen des zu wendenden Furchenstreifens von dem Lande stattfinden würde, ist die Benutzung des Kolters durchaus geboten, da andernfalls die Reinheit der Arbeit wesentlich leiden und die Zugkraft nicht unbeträchtlich erhöht würde. Das Kolter ist ein starkes, in der Regel aus Schmiedeeisen mit gut verstählter Schneide gefertigtes Messer, dessen Querschnitt in Fig. 104 dargestellt ist. Bezeichnet a b die Fahrrichtung des Pfluges, so erhält das Kolter nicht die Stellung c, sondern die Stellung d, d. h. es wird dasselbe derartig nach dem Lande zu gedreht, daß die linke Seitenfläche nahezu parallel der Landseite steht. Andernfalls würde eine Pressung gegen die Kolterfläche stattfinden, welche dem

Pfluge die Tendenz verleiht, aus dem Lande herauszugehen, d. h. schmalere Furchen zu nehmen.

Das Kolter soll in der nämlichen Tiefe arbeiten wie die Scharspitze; steht dasselbe in geringerer Tiefe, so muß ein Theil des Erdstreifens abgerissen werden, was einen größeren Arbeitsaufwand erfordert als das Abschneiden; steht dasselbe dagegen tiefer, so wird der Widerstand unnütz erhöht. Der Winkel, unter welchem das Kolter gegen die horizontale Fortbewegungsrichtung des Pfluges eingestellt wird, hängt von der Beschaffenheit des Bodens ab und muß demnach geändert werden können. Bei sehr vernarbtem Boden empfiehlt es sich, das Messer steil, und zwar nahezu vertical, einzustellen, weil andernfalls die Wurzeln sich an demselben leicht emporschieben und eine Verstopfung zwischen ihm und dem Pflugbaume veranlassen würden[1]). In allen anderen Fällen stellt man das Kolter vortheilhaft unter einem Winkel von 50 bis 60 Grad

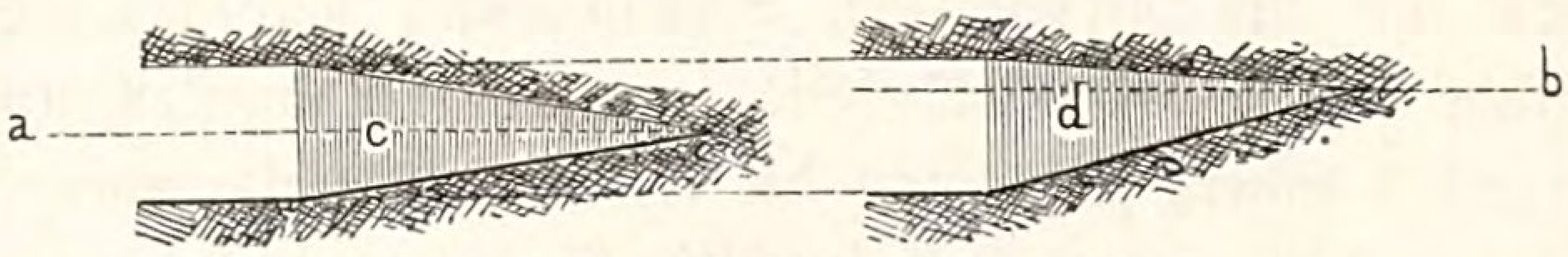


Fig. 104. Stellung des Kolters.

ein, bei welchem der Boden gut durchschnitten und die Zugkraft nicht zu erheblich in Anspruch genommen wird. Die Neigung gewährt den Vortheil, daß der Schnittwinkel ein kleinerer wird als bei verticaler Stellung, was namentlich für das Durchschneiden sehr zähen Bodens von Vortheil ist.

Der Querschnitt des Kolters ist, soweit dasselbe zum Schnitte in Verwendung kommt, ein gleichschenkliges Dreieck, wie in Fig. 104 dargestellt; der obere Theil, der Kolterstiel, ist entweder aus Flacheisen oder, wie bei den meisten englischen Koltern, in rundem Querschnitte gefertigt. Die Breite der Schneide beträgt zwischen 0.07 und 0.09 Meter; nach unten zu nimmt dieselbe allmälig ab, wie dies in den Pflugzeichnungen Taf. VIII bis XI dargestellt ist. Die Stärke des Messerrückens beträgt 10 bis 15 Millimeter. Der Kolterstiel erhält bei rechteckigem Querschnitte eine Breite von 0.04 bis 0.06 Meter bei 15 bis 20 Millimeter Stärke, bei rundem Querschnitte einen Durchmesser von 0.03 Meter. Die Länge des Kolters ist mit Rücksicht darauf zu bemessen, daß nach erfolgter Abnutzung der Spitze ein Tieferstellen nothwendig wird. Bei den Pflügen für mittleren Tiefgang erhält dasselbe eine Länge von 0.60 bis 0.80 Meter.

Von großer Wichtigkeit ist eine solide Befestigung des Kolters an

1) Aus dem nämlichen Grunde giebt man den Messern der Skarifikatoren (vergl. den folgenden Abschnitt) eine nahezu verticale und zuweilen sogar eine überhängende Stellung, welche bei den Pflugkoltern nicht üblich ist.

dem Pfluggrindel, damit dasselbe bei der Arbeit nicht zurückgedrängt werde. Die Befestigungsvorrichtung muß ferner die vortheilhafteste Einstellung des Kolters und ein leichtes Lösen desselben ermöglichen. Bei den gewöhnlichen Landpflügen wird zumeist ein rechteckiges Loch von hinlänglich weitem Querschnitte durch den hölzernen Grindel gestemmt und in diesem der Kolterstiel mittelst einiger Keile befestigt. Abgesehen davon, daß die vortheilhafteste Einstellung hier nur schwierig zu erzielen ist, besitzt diese Methode den Nachtheil, daß der Grindel durch das eingestemmte Loch beträchtlich geschwächt wird, so daß leicht ein Bruch desselben an dieser Stelle eintritt, namentlich wenn der Pflug plötzlich auf einen erhöhten Widerstand trifft. Ueberdies muß das Kolter bei dieser Befestigungsart unterhalb des Grindels mit einer scharfen Kröpfung versehen sein, um in seine Schnittrichtung zu kommen, wodurch die Herstellung desselben erschwert und die Widerstandsfähigkeit vermindert wird.

Für hölzerne Grindel hat sich am vorzüglichsten die in Fig. 105 in der Seitenansicht und dem Querschnitte gezeichnete amerikanische Befestigungsmethode bewährt, welche bei uns vielfach adoptirt wurde. Das Kolter a wird durch den Bügel b gehalten, welcher mittelst der Vorlegeplatte c und zweier Schraubenmuttern an den mit Gewinden versehenen Enden des Bügels das Kolter gegen den Baum festspannt. Durch die beiden mit je drei Rinnen versehenen Platten d kann der Bügel derartig verstellt werden, daß das Kolter unter verschiedenem Winkel geneigt wird, wie dies in punktirten Linien dargestellt ist. Zuweilen benutzt man auch den Bügel derartig, daß das Kolter zwischen dem Rücken desselben und der Seitenfläche des Grindels eingespannt wird. In neuerer Zeit wird diese Befestigungsmethode auch vielfach bei Pflügen mit eisernen Grindeln angewendet, wobei die Platten d wegfallen.

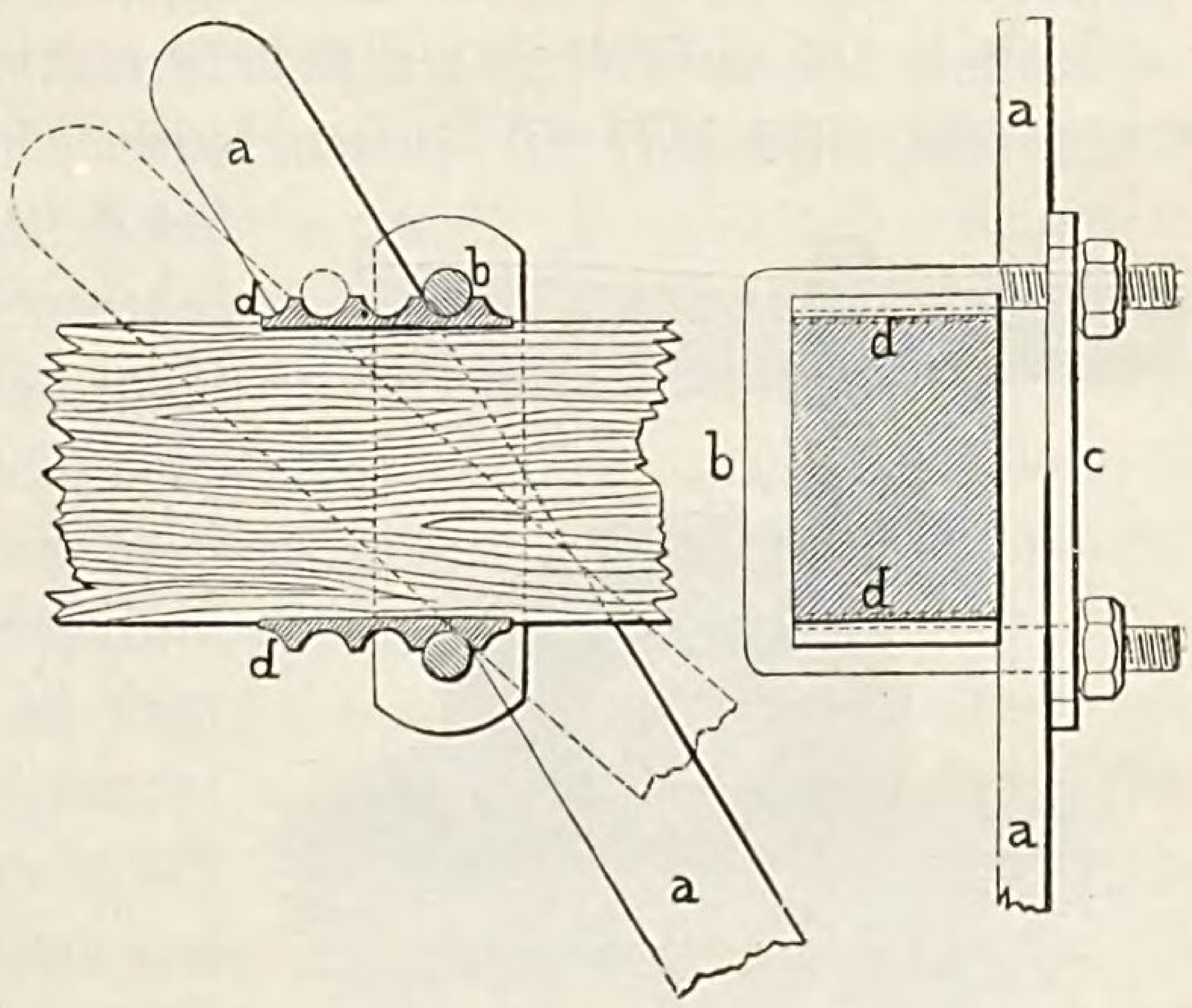


Fig. 105. Amerikanische Kolterbefestigung.

Taf. VIII Fig. 10 zeigt die aus einer gußeisernen Buchse und Stellschraube bestehende Kolterbefestigung der Dombasle-Pflüge, welche an der linken Seitenfläche des Grindels mittelst vier Schrauben angebracht wird.

Für Kolter mit runden Stielen empfiehlt sich am meisten die Howard'sche Befestigungsart, Taf. VIII Fig 4—6 in der Seitenansicht, dem Querschnitte und Grundrisse dargestellt. Der Stiel a legt sich gegen eine kleine Rippe an der Seite des Pflugbaumes b, welche den Drehpunkt bildet, um den das Sech mehr nach dem Lande oder nach der Furchenseite eingestellt werden kann. Die beiden Ringe c, an ihren Enden mit Schrauben versehen, nehmen den Stiel auf und sind durch den Bügel d, welcher den Grindel umgreift, hindurchgezogen. Beim Anziehen der Schraubenmuttern wird der Stiel gegen den Bügel gepreßt, so daß, da dieser durch die Stellschraube e fest mit dem Baume verbunden ist, das Kolter eine feste Verbindung mit diesem erhält. Je nachdem die obere oder untere Schraubenmutter mehr angezogen wird, geht die Spitze des Kolters mehr nach der Land- oder Furchenseite. Durch Drehung des Kolterstieles (nach Lösung der Schrauben) kann man die Stellung im Sinne von Fig. 104 d (Seite 248) reguliren.

Anstatt des messerförmigen Kolters wendet man zuweilen für gewisse Böden, namentlich stark mit Wurzeln durchwachsene Moorböden, ein rotirendes Kolter, das Radsech Fig 106 an, bestehend aus einer runden, am Umfange geschärften Stahlscheibe von etwa 0.30 Meter Durchmesser. Dasselbe findet vornämlich bei amerikanischen Pflügen Verwendung und wird in neuerer Zeit derartig angeordnet, daß die das Rad umgreifende Gabel auf dem verticalen Kolterstiele frei drehbar ist, so daß sich das Rad selbstthätig in die Pflugrichtung einstellt und somit eine geringere Zugkraft erfordert als das feste Radsech, falls dessen Ebene nicht genau in dieser steht.[1])

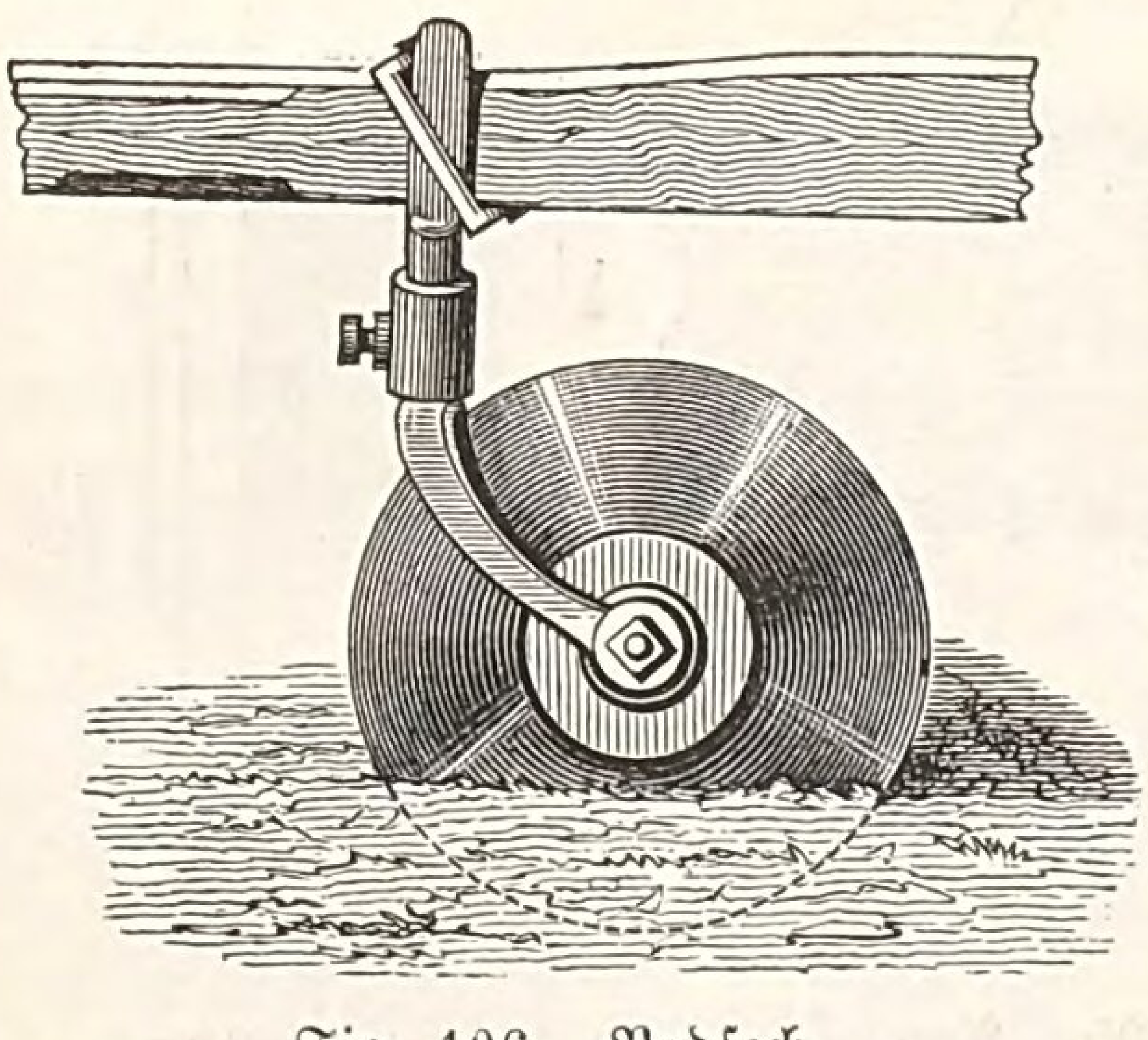


Fig. 106. Radsech.

Das Schar trennt den zu wendenden Furchenstreifen in der Gangtiefe des Pfluges horizontal ab. Dasselbe ist ein schräg zur Fahrrichtung gestelltes Messer, dessen Körper im Grundrisse ein Dreieck oder ein Trapezoid darstellt. Die obere Fläche desselben bildet den Anfang der Streichbrettfläche und enthält somit die entsprechende Krümmung. Der Uebergang vom Schare zu dem Streichbrette muß derartig sein, daß die Bewegung

1) Man stellt in Amerika das Radsech zumeist aus abgenutzten Blättern von Kreissägen her, welche sich vortrefflich für diesen Zweck eignen. Bekanntlich ist die Kreissäge in Amerika außerordentlich verbreitet, so daß abgenutzte Blätter derselben in großer Zahl zur Verfügung stehen.

des auf der Fläche gleitenden Erdstreifens nicht behindert wird; die Befestigung erfolgt entweder mittelst versenkter Schrauben an einem Falze des Streichbrettes oder unabhängig von letzterem an dem Pflugkörper. Da das Schar eine erheblich größere Abnutzung zu erleiden hat als das Streichbrett, so ist es nicht zulässig, beide Theile aus einem Stücke zu fertigen. In Fig. 107 sind einige Scharformen mit den zugehörigen Streichbrettern

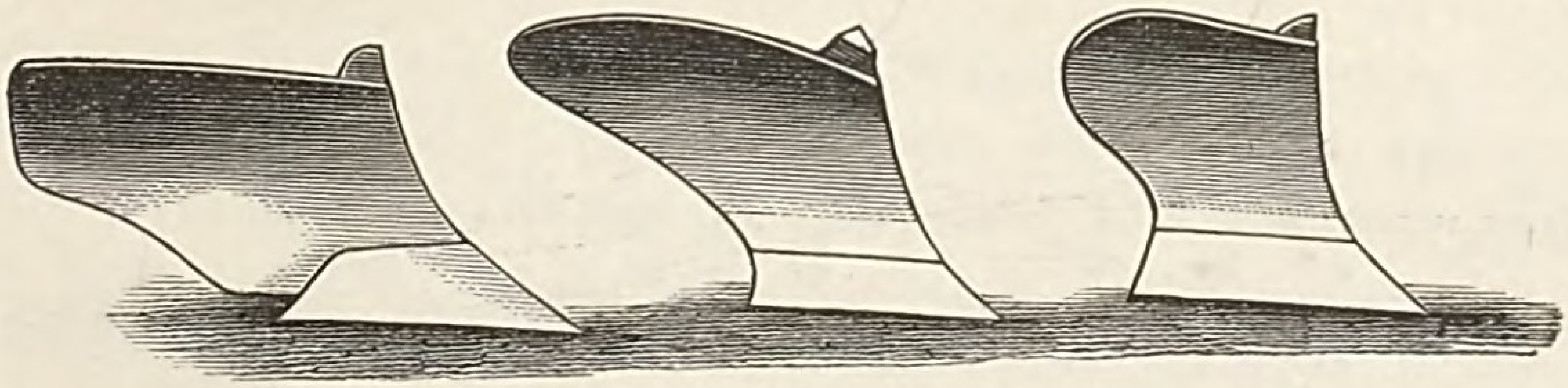


Fig. 107. Pflugschare von Eckert.

nach den Constructionen von H. F. Eckert in Berlin dargestellt; als Material derselben dient Puddelstahl, welcher sich gut schmieden und bei geschickter Behandlung auch schweißen läßt. Vorwiegend werden die Schare jedoch aus Schmiedeeisen mit angeschweißter Stahlschneide gefertigt und nach erfolgter Abnutzung von Neuem verstählt. In England und Amerika wendet man derartige Schare nur ausnahmsweise, und zwar für Neubrüche und sehr steiniges Erdreich an, wohingegen sonst ganz allgemein gußeiserne Schare in Verwendung sind. Dieselben werden nach einer alten Erfindung von Robert Ransome vom Jahre 1803 mittelst Schalenguß hergestellt und erhalten an ihrer unteren Fläche eine beträchtlich größere Härte als an der oberen; sie nutzen sich an der weichen Oberfläche mehr ab als an der harten Schneide, so daß letztere stets die für den Schnitt vortheilhafte Abschrägung behält. Diese Methode des Härtens ist noch heutigen Tages in den englischen Pflugfabriken in Anwendung. Als Vorzüge der in dieser Art erzeugten gußeisernen Schare werden hervorgehoben, daß dieselben billiger sind und geringere Abnutzung erleiden als schmiedeeiserne Schare, sowie daß sie stets in genau gleicher Form hergestellt werden können, somit ohne mühsames Anpassen für jeden Pflug verwendet werden können. Fig. 108 zeigt einige Formen der englischen Schare, deren Breite sehr verschieden, in der Regel zwischen 0.16 und 0.22 Meter, gewählt wird. a ist

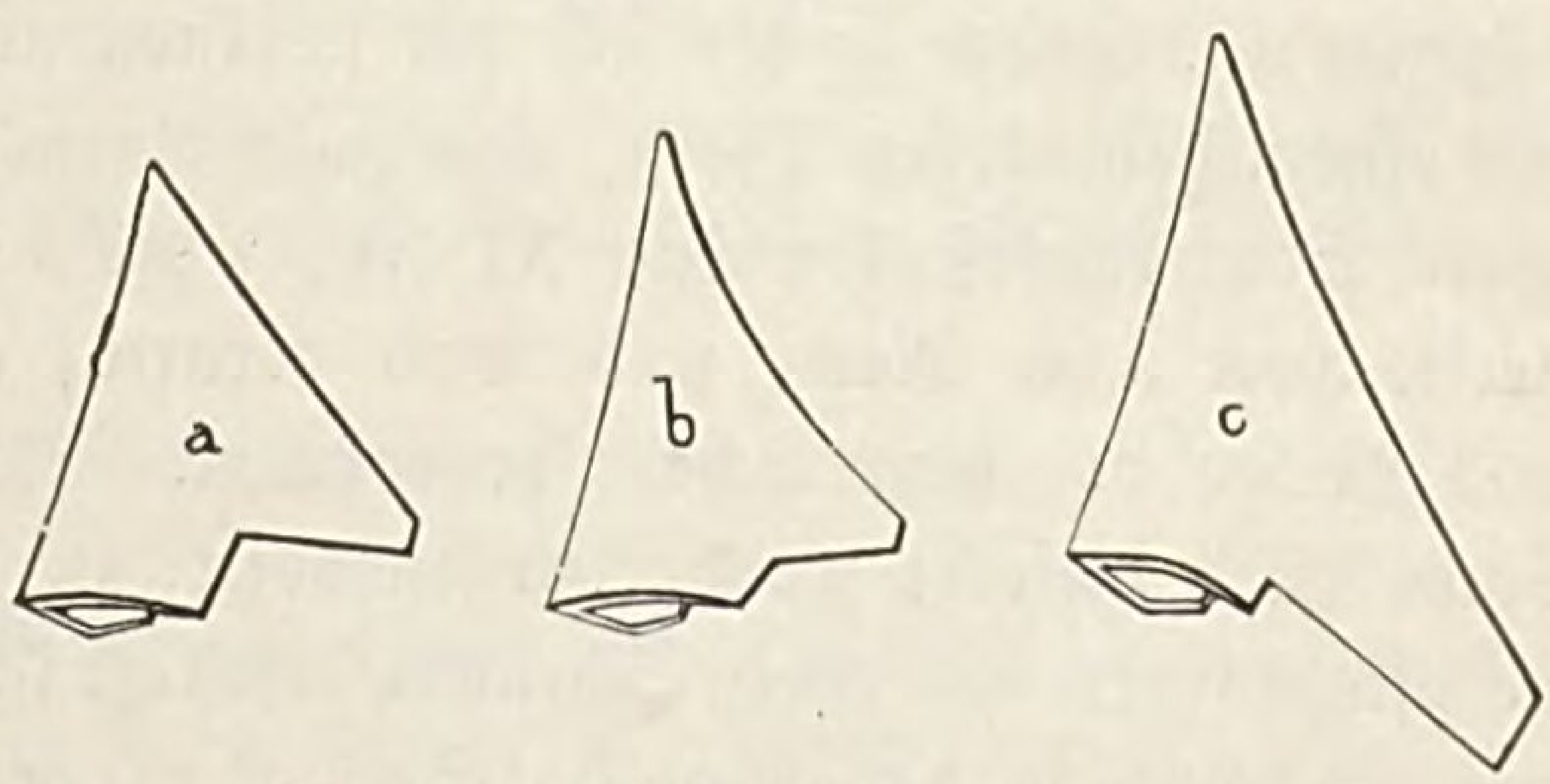


Fig. 108. Pflugschare von Howard.

die übliche Form, das Schar b mit schwach concaver Schneide wird für

steinigen Boden verwendet, während c ein Schar für flache Arbeit, z. B. zum Stoppelstürzen, ist. Das letztere erhält eine Breite von 0.30 Meter.

Die Verbindung des Schares mit dem Pflugkörper erfolgt in England fast allgemein durch den Scharhebel a Fig. 109, mittelst welches man

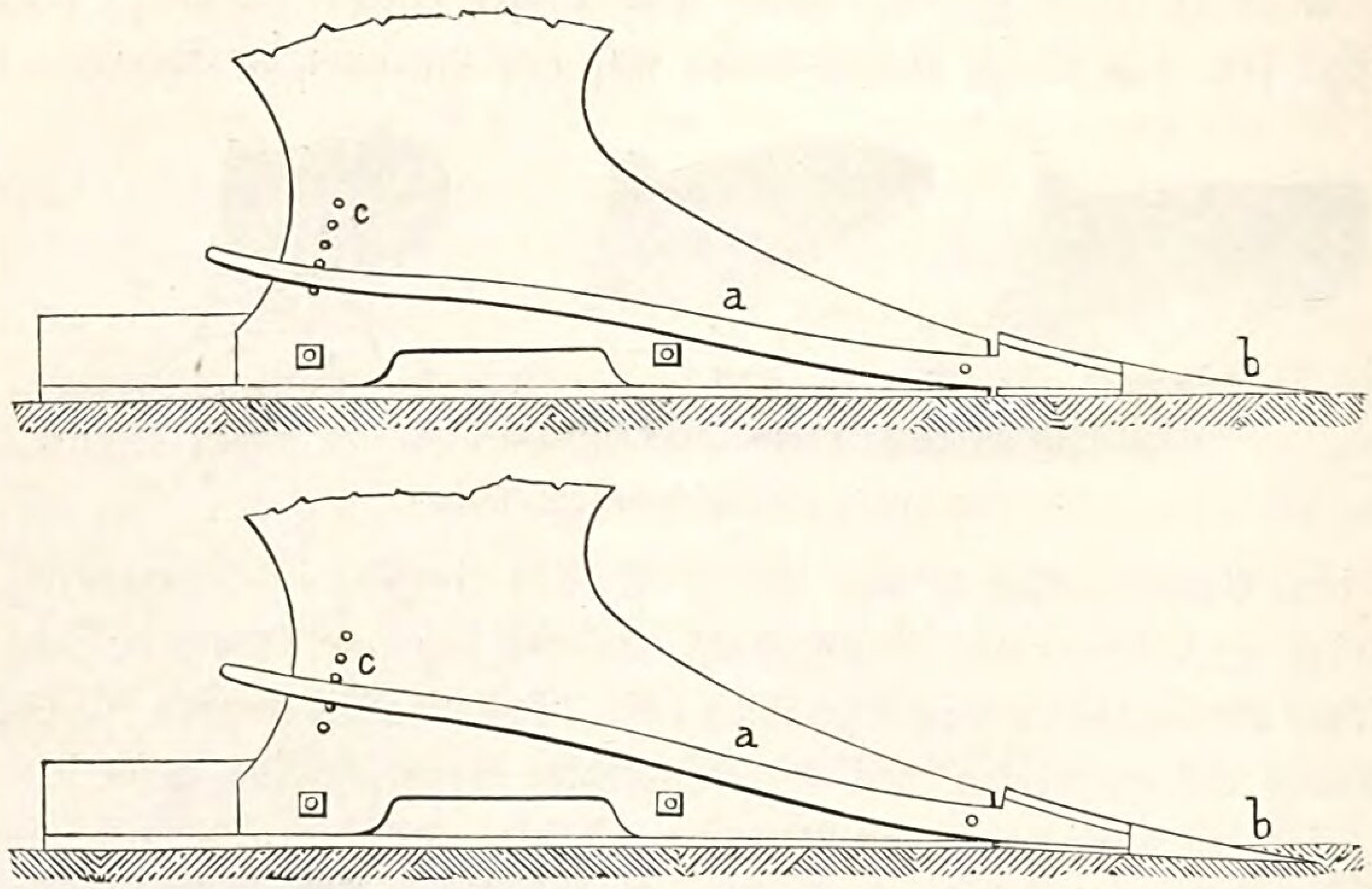


Fig. 109. Pflugkörper mit Scharhebel.

im Stande ist, die Scharspitze b je nach Erfordern unter verschiedenem Winkel zu der Sohlenrichtung einzustellen, um bei jeder Bodenbeschaffenheit ein sicheres Eingreifen des Schares zu erzielen. Wird der Hebel angehoben, so senkt sich die Scharspitze, wie in der unteren Figur dargestellt ist. Zu Feststellung des Hebels sind an dessen hinterem Ende Zapfen c in verschiedener Höhe angebracht, in welchen der Hebel eingelegt werden kann. Die hier dargestellte Construction rührt von Ransomes her, während Taf. VIII Fig. 3 die bezügliche Howard'sche Anordnung zeigt. Bei uns haben diese Scharhebel meines Wissens keine Verwendung gefunden.

Eine sehr beachtenswerthe Verbesserung brachte Eckert an seinen Pflügen an, indem er die sich am stärksten abnutzende Spitze des Schares aus einem besonderen Theile, und zwar einem in dem Pflugkörper verstellbaren Stahlmeißel k Taf. XI Fig. 1 bis 3 bildete. Derselbe besitzt eine Breite von 0.05 Meter und wird derartig eingestellt, daß er 0.02 bis 0.03 Meter vor dem Schare hervorragt. Nach erfolgter Abnutzung der Spitze wird dieselbe weiter vorgeschoben, zu welchem Zwecke der Meißel im Pflugkörper mit einer Schraube befestigt ist. Beide Enden des Meißels sind geschärft, so daß man im Stande ist, bei etwaiger Beschädigung der arbeitenden Schneide den Meißel umzudrehen, um den Pflug wieder arbeitsfähig zu machen. Der Meißel schützt auch das eigentliche Schar vor zu starker

Abnutzung, da derselbe, dem letzteren vorangehend, das Erdreich bereits lockert. Die Länge des Meißels beträgt 0.40 bis 0.50 Meter, die Dicke desselben 0.02 Meter. Von großem Werthe erweist sich der „Meißelpflug" namentlich in dem Falle, daß der gewöhnliche Pflug in Folge zu großer Härte des Bodens, z. B. bei anhaltender Trockenheit, nicht mehr eingreift; alsdann erzielt man bei kräftiger Bespannung mit dem Meißelpfluge vortreffliche Erfolge.

Auch in Frankreich findet diese Construction bei einigen Pflügen Verwendung. Taf. VIII Fig. 13 zeigt den Körper eines sehr starken Pfluges (nach Hervé Mangon a. a. O. Seite 458) mit einem Meißel, dessen Anordnung mit der Eckert'schen nahezu übereinstimmt.

Verhältnißmäßig selten wird das Schar mit dem Sech unmittelbar combinirt und findet man eine derartige Anordnung nur bei einigen amerikanischen Pflügen sowie bei den Kehrpflügen. Als Beispiel der bezüglichen Anordnung ist in Fig. 110 ein amerikanischer Pflug mit

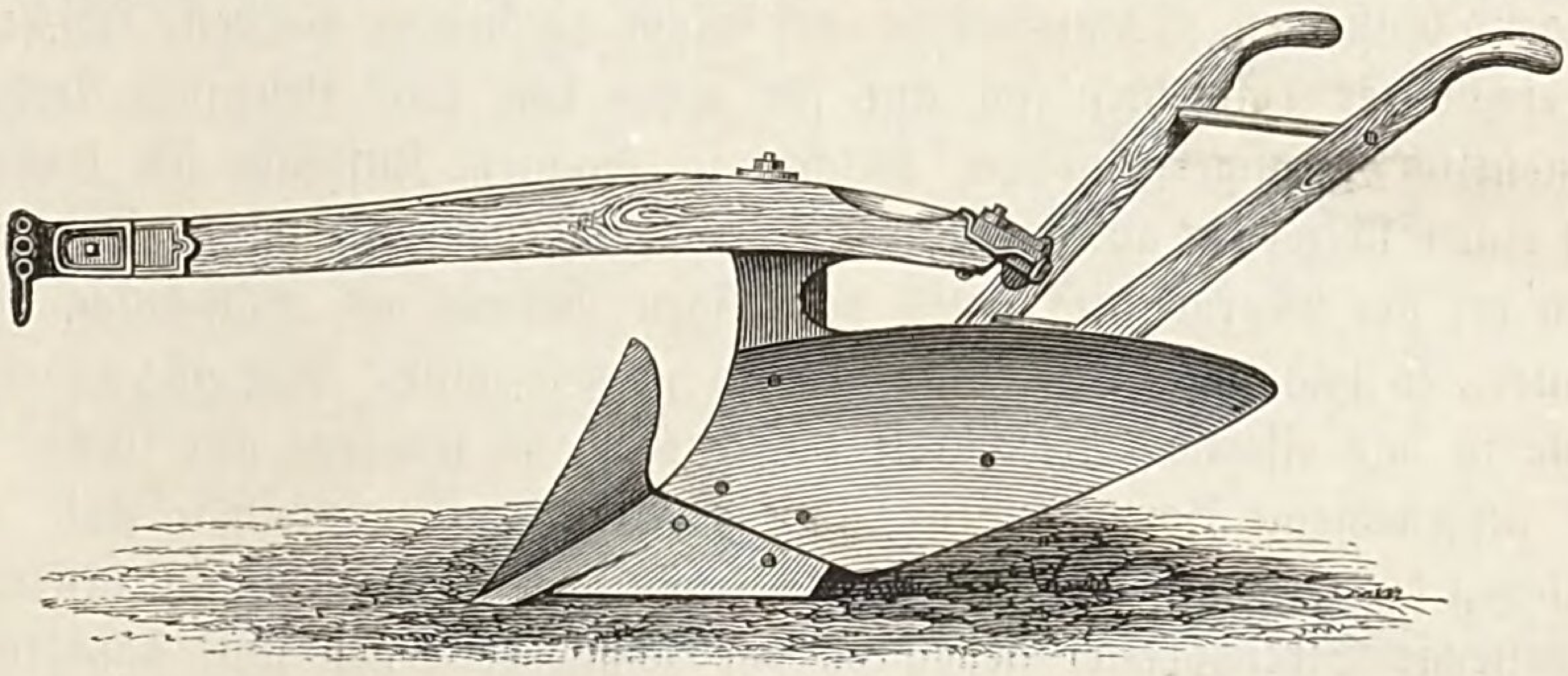


Fig. 110. Amerikanischer Pflug mit Nasensech.

dem „Nasensech" abgebildet [1]), bei welchem das aus Hartguß gefertigte Schar mit einer aufrecht stehenden, im rechten Winkel angesetzten Schneide versehen ist. Das Nasensech wird besonders zum Pflügen eines mit Rasen bewachsenen Bodens sowie beim Stoppelpflügen verwendet, wo leicht durch das am Pflugbaume befestigte Kolter Verstopfungen entstehen könnten. Als Nachtheil dieser Anordnung ist jedoch hervorzuheben, daß der Bruch eines der beiden Theile, des Kolters oder Schares, beide unbrauchbar macht.

Das Schälschar (der Vorschneider) ist ein kleiner, mittelst eines Stieles vor dem Kolter angebrachter Pflugkörper, welcher zu einem Tiefgange von 0.04 bis 0.08 Meter eingestellt, die Aufgabe hat, Stoppeln, Gras, Dünger oder die obere harte Kruste aufzunehmen und in die ge-

---

1) Der Pflug Fig. 110 ist von Bucher, Gibbs & Co. zu Canton, Ohio construirt.

öffnete Nebenfurche zu werfen, die hierauf durch die Arbeit des nachfolgenden Pflugkörpers bedeckt wird. Das Schälschar besteht in der Regel aus einem kleinen Streichbrette mit angesetztem Schare, deren Formen zumeist die nämlichen sind wie diejenigen des nachfolgenden Pflugkörpers. Zuweilen ist es erforderlich, vor dem Schälschare ein kleines Sech anzubringen, z. B. wenn der Boden sehr fest oder gefroren ist. Die meiste Verwendung findet das Schälschar bei den englischen Pflügen; bei uns wird dasselbe vorwiegend für Tiefgangpflüge benutzt, jedoch würde sich sicherlich eine Verwendung desselben auch für gewöhnliche Pflüge in vielen Fällen als vortheilhaft erweisen. Bei den in der Folge zu besprechenden Pflügen Fig. 122 und 123 sind einige Schälschare in Abbildungen dargestellt.

Das Streichbrett, dessen Aufgabe bereits besprochen wurde, bestand bei den älteren Pflügen aus einem schräg zur Fahrrichtung gestellten geraden Holzbrette, während jetzt bei den besseren Pflügen dem Streichbrette stets die erforderliche Krümmung gegeben und als Material vorwiegend Gußeißen, Schmiedeeisen oder Stahl verwendet werden. Hölzerne Streichbretter empfehlen sich nur für einen sehr stark klebenden Boden, namentlich Thonmergelboden, welcher in feuchtem Zustande sich leichter von einem hölzernen als von einem eisernen Streichbrette ablöst. Letzteres wird bei der Bearbeitung eines derartigen Bodens oft vollständig verschmiert, so daß die Arbeit unterbrochen werden muß. Für alle anderen Fälle ist das eiserne Streichbrett vorzuziehen, da hölzerne nur schwer in die angemessene Form erstellt und erhalten werden können und die Reibung der Erde auf denselben weit beträchtlicher ausfällt als auf ersteren. Gußeiserne Streichbretter gewähren vor schmiedeeisernen und stählernen den Vortheil, daß sie stets in der einmal festgestellten Form wieder hergestellt werden können, ohne daß hierzu kostspielige Apparate, wie Riesterpressen, erforderlich sind. In neuerer Zeit zieht man jedoch bei den besseren Pflügen zumeist Schmiedeeisen oder Stahl vor, weil das Streichbrett in diesen Materialien wesentlich schwächer, also leichter hergestellt werden kann als in Gußeisen und überdies die Abnutzung zumeist geringer ausfällt. Bei scharf sandigem oder kiesigem Boden ist jedoch die Abnutzung der Stahlstreichbretter auch eine derartig beträchtliche, daß man gewöhnlich die stärkeren gußeisernen Streichbretter vorzieht.

Anmerkung. In Amerika bemühen sich die Pflugfabrikanten in neuerer Zeit, ein möglichst passendes Material für das Streichbrett zu finden. Dasselbe soll sehr hart sein, um nicht zu stark abzunutzen, dabei aber nicht spröde wie z. B. gehärteter Gußstahl, welcher beim Antreffen des Pfluges auf Hindernisse leicht zerbricht. Die Nellis'sche Fabrik in Pittsburgh, Pennsylvanien, wendet z. B. eine Composition von Schmiedeeisen und Stahl an, um bei großer Härte der äußeren Schicht eine geringe Sprödigkeit zu erzielen. Der Bruchquerschnitt dieser Streichbretter zeigt eine etwa 2 Milli-

meter starke schmiedeeiserne Schicht, welche beiderseits von einer Stahlschicht umkleidet ist.

Der Proceß der Herstellung ist nach den mir in der Fabrik gegebenen Erläuterungen ein ähnlicher wie bei den Packetirungen, indem man zunächst Stahlbleche mit innerer Lage von Schmiedeeisen erzeugt, aus welchen hierauf die Streichbretter ausgestoßen und in die Form gepreßt werden.

Sehr empfehlenswerth ist es, die Streichbretter bereits bei der Herstellung des Pfluges abzuschleifen; es wird hierdurch die Reibung beim Beginne der Arbeit erheblich reducirt und arbeiten derartige Pflüge von Anfang an in zweckmäßiger Weise.

Seit langer Zeit beschäftigen sich einzelne Erfinder mit dem Probleme, die gleitende Reibung des Bodens auf dem Pflugstreichbrette in eine wälzende umzuwandeln, leider bisher ohne practisch günstigen Erfolg. Die Versuche scheiterten stets an der Schwierigkeit, die Zapfen der in der Streichbrettfläche eingelegten Walzen gegen das Eindringen der Erde zu schützen und eine zu starke Abnutzung derselben zu verhüten, ganz abgesehen davon, daß durch die Benutzung einer größeren Anzahl von Walzen anstatt des festen Streichbrettes der Pflug erheblich complicirter und kostspieliger wird. Relativ am günstigsten haben sich diejenigen Streichbretter mit rotirenden Flächen bewährt, bei welchen letztere aus einer nahezu verticalen runden Scheibe bestand, die bei dem Hinaufschieben des Erdstreifens in Drehung versetzt wurde (System Mellard).

Ganz originell ist die neuerdings von Rud. Sack in Plagwitz erfundene Methode, die Reibung der Erde auf dem Streichbrette durch Schmieren mit Wasser zu vermindern. Ueber dem Pflugkörper befindet sich ein Wassergefäß, von welchem das Wasser durch feine Bohrungen zwischen Schar und Streichbrett auf die Oberfläche des letzteren geleitet wird. Dynamometrische Versuche sollen das Resultat geliefert haben, daß hierdurch in der That die Zugkraft vermindert wird und daß der Wasserverbrauch kein zu erheblicher ist. Es fehlen jedoch bisher zuverlässige Nachrichten darüber, wie sich diese Methode im practischen Betriebe für die Dauer bewährt.

Die Sohle dient zur geradlinigen Führung des Pfluges; die untere Fläche derselben befindet sich in der Verlängerung des Schares, dessen Spitze jedoch um ein Geringes gegen die Sohlenfläche hervorsteht. Die Größe der letzteren übt nur in sofern einen Einfluß auf den durch die Arbeit des Pfluges verursachten Widerstand, als mit derselben die Adhäsion steigt, was namentlich für gewisse klebende Böden, besonders bei feuchtem Wetter, von Wichtigkeit ist. Die Reibung selbst, die proportional dem auf der Sohle lastenden Drucke des Pfluges ist, wird durch

die Größe der Sohlenfläche nicht beeinflußt. Wegen des ersteren Umstandes ist es jedoch von Wichtigkeit, dieselbe nicht willkürlich zu vermehren, wie sie auch andererseits nicht zu kurz sein darf, weil der Pflug in diesem Falle leicht die Tendenz erhält, nach vorn oder hinten, je nach der Einstellung des Pfluges, zu kippen. Bei manchen Pflügen ist die Breite der Sohle keine gleichmäßige, sondern nimmt von der Scharspitze aus nach hinten zu.

Nachfolgende Zusammenstellung giebt die Abmessungen der Sohlen einiger bewährter Pflüge für mittleren Tiefgang:

Pfluggattung.	Clayton & Shuttleworth-Pflug.	Vidats-Pflug.	Hohenheimer Pflug.	Eckert'scher Ruchadlo.	Eckert'scher Amerikaner Pflug.	Sack'scher Pflug.	Amerikanischer Adlerpflug.	Howard's BB Pflug.	Pflug RNFW von Ransomes, Sims & Head.
Länge der Sohle Meter	0.79	0.85	0.94	0.50	0.77	0.50	0.70	1.15	1.12
Mittlere Breite der Sohle Meter	0.030	0.025	0.070	0.070	0.075	0.019	0.030	0.070	0.070
Größe der Sohlenfläche Quadratcentimeter	237	212	658	350	577	95	210	805	784

Man ersieht aus dieser Tabelle, wie außerordentlich verschieden die Abmessungen der Sohle gewählt werden; im Allgemeinen giebt man ihr eine Länge gleich der des Streichbrettes, zuweilen jedoch eine etwas größere. Manche Pflüge besitzen nur sehr kurze Sohlen, z. B. die Wanzlebener Pflüge, deren Sohlenlänge gewöhnlich nur 0.25 Meter bei 0.07 Meter Breite, also 175 Quadratcentimeter Fläche beträgt.

Als Material für die Sohlen wird stets Eisen verwendet; ist der Pflugkörper aus Gußeisen, so besteht auch die Sohle aus solchem, wobei man dieselbe häufig mit der Landseite aus einem Stücke herstellt. Bei Pflügen mit hölzernem Pflugkörper wird die Sohle mit einer kräftigen Schiene aus Flacheisen bekleidet.

Die Schneide des Schares muß um ein Geringes gegen die Sohle vorstehen, um sicher in den Boden einzudringen. Hat sich dieselbe bis zur Sohlenfläche abgenutzt, so ist eine Erneuerung des Schares durch Vorschweißen geboten. Bei den Eckert'schen Ruchadlo's wird die Sohle stellbar gemacht, indem zwischen derselben und dem Pflugkörper eine Anzahl von Holzplatten eingelegt wird. Ist die Scharschneide so weit abgenutzt, daß dieselbe nicht mehr genügend weit über der Sohle vorsteht, so entfernt man eine dieser Holzplatten und schraubt die Sohle wiederum fest. Dieselbe kommt hierdurch um die Stärke der entfernten Holzeinlage höher zu

liegen, so daß die Schneide wieder zum Eingriffe kommt. Erst nachdem sämmtliche Holzplatten herausgenommen sind, ist eine Erneuerung des Schares erforderlich.

Wiederholt sind Versuche gemacht worden, durch Anbringung von Rädern anstatt der Sohle die gleitende Reibung in eine wälzende zu verwandeln, wodurch der Arbeitswiderstand vermindert werden soll. Bei den einfachen Pflügen erwies sich jedoch die gute Erhaltung der Radzapfen stets als schwierig, namentlich bei kleinen Rädern, deren Zapfen zu leicht durch eindringende Erde an der Drehung verhindert werden. Aus diesem Grunde hat man in neuerer Zeit von dieser theoretisch durchaus berechtigten Anordnung Abstand genommen und wendet nur bei den neueren mehrscharigen Pflügen derartige Räder an, die hier jedoch einen großen Durchmesser erhalten, so daß das Eindringen von Erde in die Zapfen sicher verhütet werden kann. In dieser Anordnung haben sich die Räder anstatt der gleitenden Sohle ganz vorzüglich bewährt und wesentlich zur Verminderung der Reibung beigetragen.

Die übrigen Theile des Pflugkörpers sind die Griessäule und die Landseite oder das Molterbrett. Bei den älteren Landpflügen wurde die Griessäule aus einem harten Holzstücke gefertigt, welches unten mit der Sohle und oben mit dem Pflugbaume verzapft war. An derselben wurden in der Regel das Streichbrett und die Landseite mittelst Schrauben befestigt. Häufig verzapfte man zwei Griessäulen mit Sohle und Grindel, so daß diese beiden Theile einen festen Verband erhielten. In neuerer Zeit fertigt man jedoch das Gestell des Pflugkörpers vorwiegend aus Gußeisen und verbindet in diesem Falle die Griessäule mit der Landseitenplatte und der Sohle zu einem Stücke, welches gleichzeitig mit einem Winkelansatze zur Aufnahme und Befestigung des Streichbrettes versehen ist. Fig. 111 giebt die Seitenansicht und den Grundriß eines derartigen Pflugkörpers des Seite 234 dargestellten Pfluges von Clayton & Shuttleworth.

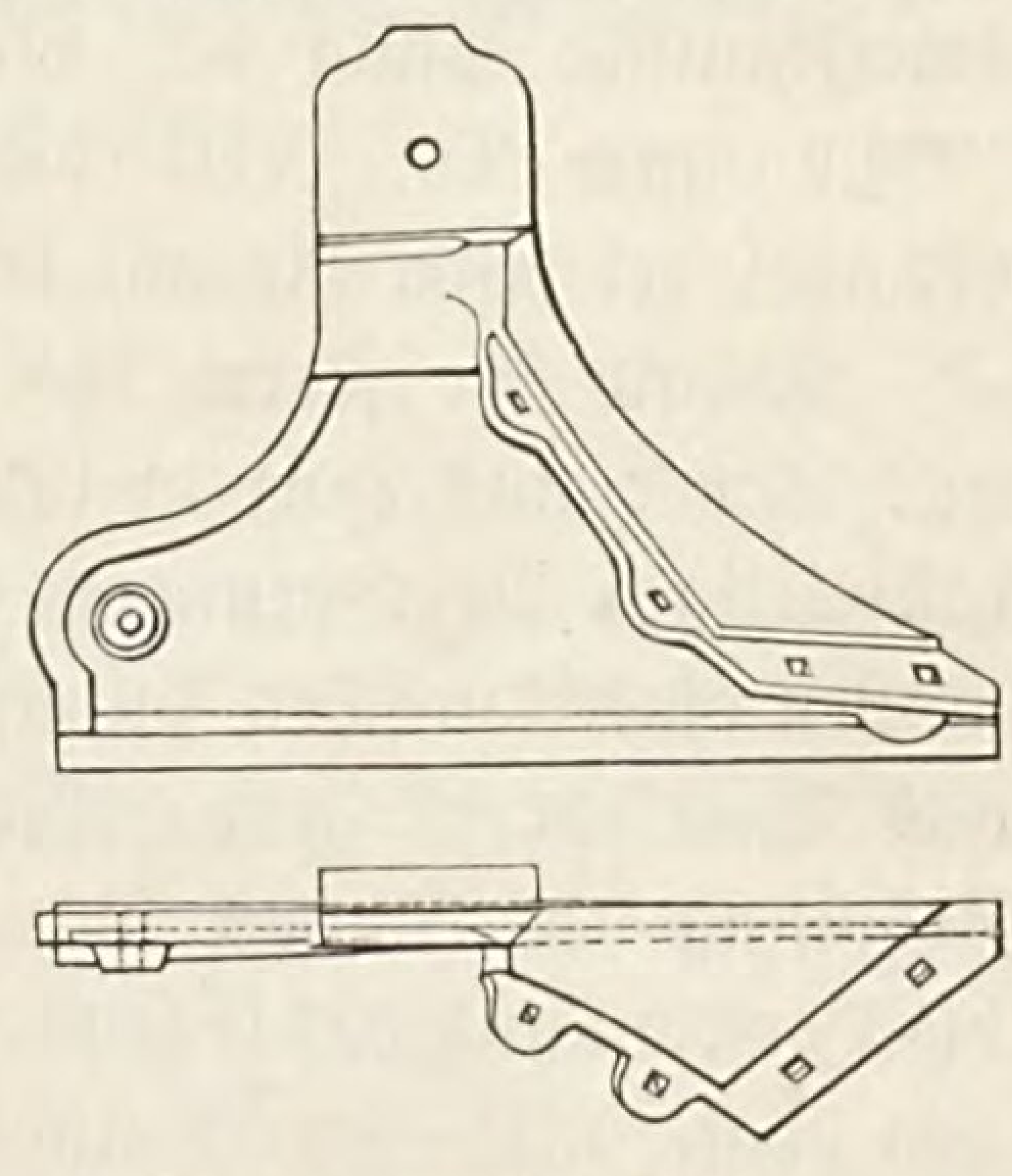


Fig. 111. Pflugkörper.

Das Molterbrett soll den Pflugkörper derartig abschließen, daß keine Erde in das Innere desselben eindringen kann; dasselbe gleitet an der Fläche des Kolterschnittes und kann die hieraus resultirende Reibung durch eine zweckmäßige Einstellung des Kolters erheblich reducirt werden. Von früheren Versuchen, die gleitende Reibung der Landseite durch Einschaltung einer oder mehrerer Walzen in eine rollende umzuwandeln, ist

man in neuerer Zeit allgemein zurückgekommen. Bei dem geringen Drucke, welcher auf der Landseite lastet, fällt auch die gleitende Reibung an derselben nur niedrig aus, so daß kein erhebliches Bedürfniß nach dieser Aenderung ist, welche stets andere Unzukömmlichkeiten, zum Mindesten aber Complication und Vertheuerung des Pfluges, zur Folge hat.

Der Pflugbaum oder Grindel, welcher sämmtliche Theile des Pfluges zu einem Ganzen zusammenfaßt, richtet sich in seiner Form nach der Anordnung derselben, also nach der Construction des Pflugkörpers, des Vordergestelles u. s. w. Bei manchen Pflügen besteht der Grindel aus einem geraden, vorn nach aufwärts gerichteten, hölzernen Balken, wie bei den meisten Pflügen mit loser Karre; bei anderen bildet er einen horizontalen Balken. Einige Pflüge haben geschweifte Grindel, vorwiegend zu dem Zwecke, um den Abstand der Scharspitze von der unteren Fläche

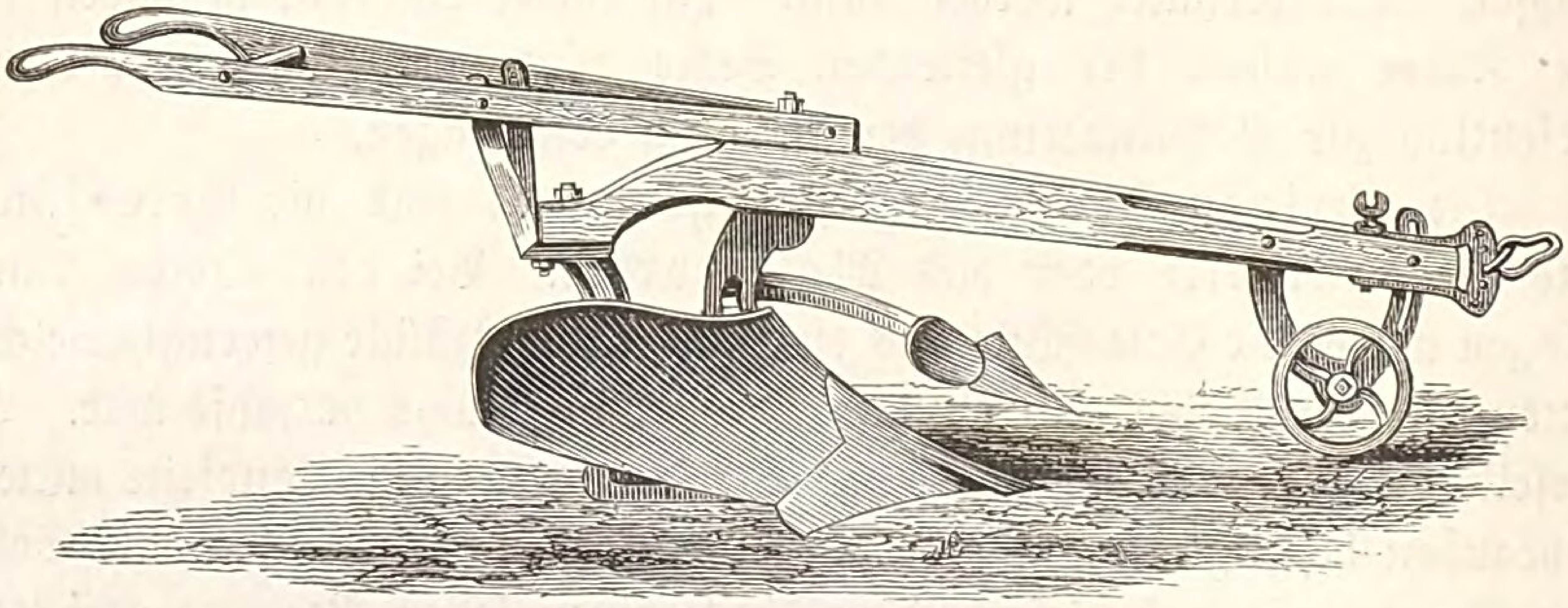


Fig. 112. Amerikanischer Pflug von Gale.

derselben möglichst groß zu machen, wie z. B. der in Fig. 112 dargestellte amerikanische Pflug der Gale Mfg. Co. zu Albion, Michigan. Die Zeichnungen Taf. VIII bis XI führen die verschiedenen Formen der Grindel bei einer Anzahl bewährter Pflugconstructionen vor.

Sobald die Form des Grindels eine derartige wird, daß dieselbe nur schwer aus Holz in der Faserrichtung erzeugt werden kann und die kostspieligen Vorrichtungen zum Biegen des Holzes fehlen, deren sich die großen amerikanischen Pflugfabriken bedienen, ist man genöthigt, denselben aus Eisen zu fertigen. Die in Fig. 113 dargestellte, sehr vortheilhafte Kröpfung des Baumes über dem Pflugkörper verlangt demnach unbedingt die Verwendung des Eisens. Auch die englischen Pflüge nach dem Muster von Taf. VIII Fig. 1 sind in der gezeichneten Form nur mit eisernen Pflugbäumen herzustellen. Vorwiegend erhalten die letzteren einen T oder I förmigen Querschnitt, der den Anforderungen in Bezug auf Festigkeit am besten entspricht.

Hölzerne Grindel aus Eschen-, Rüstern-, Eichen-, Hickory- oder Birken-

holz können jedoch die Bedingungen, welche an diesen Theil gestellt werden, in vollem Maße erfüllen, vorausgesetzt, daß sie in angemessener Stärke ausgeführt und nicht durch Zapfenlöcher zur Aufnahme der Griessäule und des Kolters geschwächt werden. Sie besitzen den Vorzug der Billigkeit und gestatten eine Erneuerung in kleinen Werkstätten, welche zumeist nicht zur Erzeugung der eisernen Pflugbäume eingerichtet sind. Auch sind dieselben leichter als eiserne Pflugbäume von sonst gleicher Construction. Die meisten Fabriken fertigen ihre Pflüge sowohl mit eisernen als auch mit hölzernen Bäumen; erstere sind vorwiegend in England und theilweise im nördlichen Deutschland in Anwendung (Howard'sche, Ransomes'sche, Eckert'sche, Sack'sche Pflüge), während in Frankreich, Süddeutschland, der Schweiz, Oesterreich und Ungarn in überwiegendem Maße Pflüge mit hölzernen Bäumen (Dombasle'sche, Hohenheimer, Shuttleworth'sche, Zugmayer'sche, Vidats'sche u. s. w. Pflüge) benutzt

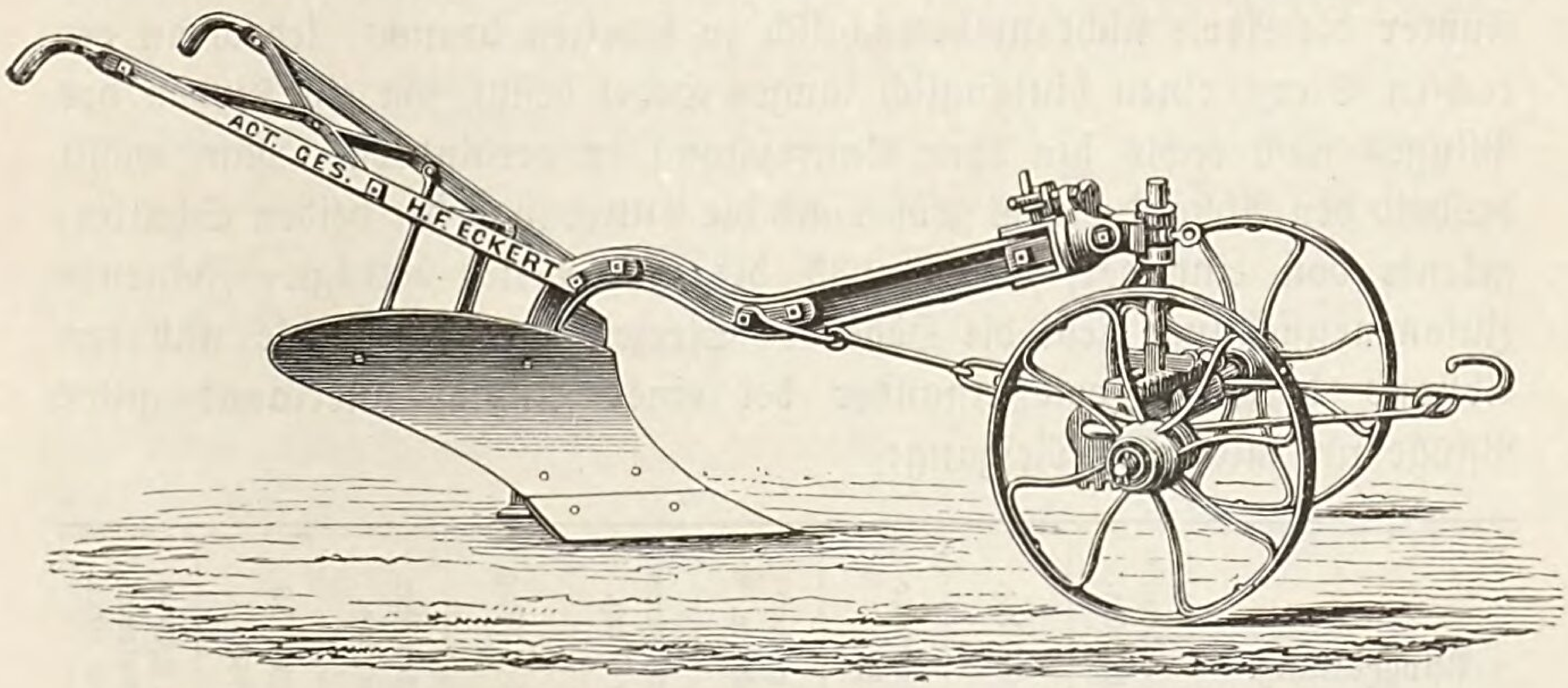


Fig. 113. Culturpflug von Eckert.

werden. In den übrigen europäischen Ländern sind letztere fast ausschließlich in Verwendung. In Nordamerika, wo die Ausbildung der Pflüge sehr weit vorgeschritten, benutzt man nahezu allgemein hölzerne Grindel, während solche aus Schmiedeeisen oder schmiedbarem Gußeisen verhältnißmäßig selten in Anwendung sind.

Die Sterzen (Handhaben) dienen zur Führung des Pfluges, zum Ausheben desselben aus dem Boden und in beschränktem Maße (vgl. Seite 245) zur Regulirung des Tiefganges. Sie werden aus dem nämlichen Material erstellt wie der Grindel und durch Spreizen gegen einander verstrebt. Zuweilen wird auch die rechte Sterze durch eine eiserne Strebe mit der Innenkante des Streichbrettes verbunden. Die verschiedenen Formen der Sterzen sind aus den Textfiguren 112 und 113 sowie den Pflugzeichnungen Taf. VIII bis XI ersichtlich. Die Enden der

Sterzen bilden die Handgriffe, welche stets derartig geformt sein sollten, daß der Führer dieselben bequem umfassen kann; sie müssen mithin ohne scharfe Kanten hergestellt und angemessen gebogen sein. Nothwendig ist es, daß selbst bei Pflügen mit eisernen Sterzen die Handgriffe aus Holz gefertigt werden, weil andernfalls der Führer dieselben nur schwer halten kann, sobald die Temperatur nahe dem Nullpunkte ist.

Die älteren Hohenheimer Stelzpflüge besaßen nur eine Sterze, welche jedoch dicht an dem Handgriffe mit einem kurzen, nach abwärts gerichteten zweiten Griffe versehen war. Für milden, gut vorbereiteten Boden genügt diese Einrichtung; sobald der Boden jedoch hart oder steinig ist, sind Doppelsterzen erforderlich. Die Handgriffe müssen in derartiger Höhe über dem Boden stehen, daß der Führer dieselben halten kann, ohne gebückt zu gehen oder ohne die Arme zu beträchtlich zu heben; auch muß der Abstand beider Sterzen von einander derartig bemessen sein, daß der Führer die Arme nicht zu beträchtlich zu spreizen braucht, jedoch an der rechten Sterze einen hinlänglich langen Hebel besitzt, um ein Kippen des Pfluges nach rechts hin ohne Anstrengung zu verhindern. Man wählt deshalb den Abstand etwas größer als die Entfernung der beiden Schultergelenke von einander, welche 0.33 bis 0.44 Meter beträgt. Folgende Zusammenstellung giebt die Höhe der Sterzen über der Sohle und den Abstand derselben von einander bei einer Anzahl anerkannt guter Pflüge für mittleren Tiefgang:

Pfluggattung.	Clayton & Shuttleworth-Pflug.	Vidats-Pflug.	Hohenheimer Pflug.	Eckert'scher Ruchadlo.	Eckert'scher Amerikaner Pflug.	Sack'scher Pflug.	Amerikanischer Adlerpflug.	Howard's BB Pflug.	Pflug RNFW von Ransomes, Sims & Head.
Höhe der Sterzen über der Sohle Meter	0.88	0.85	0.87	0.88	0.85	0.81	0.77	0.85	0.86
Abstand der Sterzen von Mitte zu Mitte Meter	0.53	0.53	0.53	0.44	0.52	0.57	0.71	0.55	0.56

Die Sterzen bilden mit dem Grindel einen Hebel, welcher zum Zwecke der Führung entweder angehoben oder herabgedrückt wird. Im letzteren Falle findet stets eine Drehung um die hintere Kante der Sohle statt, so daß die Länge des Hebels gleich der Entfernung der Handgriffe von dieser Kante ist. Durch das Anheben der Sterzen erfolgt beim Schwingpfluge eine Drehung um die Scharspitze; die Entfernung dieser von den Handgriffen bildet mithin den Hebel. Beim unter-

stützten Pfluge mit Rädern oder Stelzen, die fest mit dem Baume verbunden sind, findet die Drehung beim Anheben um den Unterstützungspunkt, bez. bei zwei Rädern in verschiedenen Verticalebenen zur Fahrrichtung um das vordere Rad statt. Bei dem Pfluge mit angehängter, also loser Karre erfolgt die Drehung um die Auflagestelle des Grindels auf dem Karrengerüst. In der folgenden Uebersicht sind diese Hebellängen bei den bereits angeführten Pflügen zusammengestellt und gleichzeitig die Gewichte der letzteren mit und ohne Unterstützungsmittel (Karre, feste Räder, Stelzrad, Stelze) angegeben, da letzteres bei der schwierigeren Arbeit, dem Anheben des Pfluges mittelst der Sterzen, nicht mit gehoben wird. Die Uebersicht zeigt namentlich, daß bei der Construction der Pflüge noch sehr wenig Uebereinstimmung in Bezug auf die besprochenen, zweifellos wichtigen Factoren herrscht.

Pfluggattung.	Länge der Hebel beim Herunterdrücken der Sterzen. Meter.	Länge der Hebel beim Anheben der Sterzen. Meter.	Gewicht des Pfluges complet Kilogramm.	Gewicht des Pfluges ohne Unterstützungsmittel Kilogramm.	Bemerkungen.
Clayton & Shuttleworth-Pflug . .	1.05	2.15	77	48	Karrenpflug.
Vidats-Pflug . . .	0.95	2.20	83	48	desgl.
Hohenheimer Pflug	1.16	2.50	60	57	Stelzpflug.
Eckert'scher Ruchadlo	1.00	2.00	89	56	Karrenpflug mit fester Karre.
Eckert'scher Amerikaner Pflug . .	1.00	1.55	73	73	Schwingpflug; daher die Hebellänge beim Anheben nur bis zur Scharspitze gemessen.
Sack'scher Pflug . .	1.05	1.85	62	58	Pflug mit Stelzrad.
Amerikanischer Adlerpflug . . .	1.14	2.00	52	49	desgl.
Howard's BB Pflug	1.67	3.03	138	116	Räderpflug.
Pflug RNFW von Ransomes, Sims & Head	1.73	3.16	132	112	desgl.

Der Regulator. Da der Zweck desselben bereits Seite 243 dargelegt wurde, so bleibt hier nur übrig, auf die specielle Construction desselben einzugehen. Die Zahl der Regulatoren ist jedoch eine derartig beträchtliche[1]), daß wir uns mit einer geringen Auswahl der bewähr-

1) In dem bereits angeführten Artikel „Charrue“ der Encyclopédie pratique de l'agriculture von Moll und Gayot werden sechzig verschiedene Constructionen von Regulatoren abgebildet (zumeist in geometrischen Zeichnungen), womit jedoch die Zahl

testen Constructionen begnügen müssen. Aufgabe des Regulators ist nach dem oben Besprochenen, den Anspannhaken in verschiedener Höhe sowie in einer horizontalen Linie, rechtwinklig auf die Achse des Grindels, einstellen zu können. Als ein gutes Beispiel, wie diese Aufgabe vortheilhaft gelöst werden kann, kann der Ball'sche (englische) Regulator, Fig. 114 in der Seitenansicht und dem Grundrisse dargestellt, angesehen werden. Mit dem Grindelkopfe a ist der Bügel b mittelst eines Gelenkzapfens c verbunden, so daß er nach rechts und links verschoben und in der Coulisse d mittelst der in dieser angebrachten Löcher und des Zapfens e festgestellt werden kann. Der Bügel b ist mit einer Anzahl von rundlichen Ausschnitten f versehen, um den Anspannhaken in verschiedener Höhe einzustellen. Als Material dieses Regulators dient Schmiedeeisen.

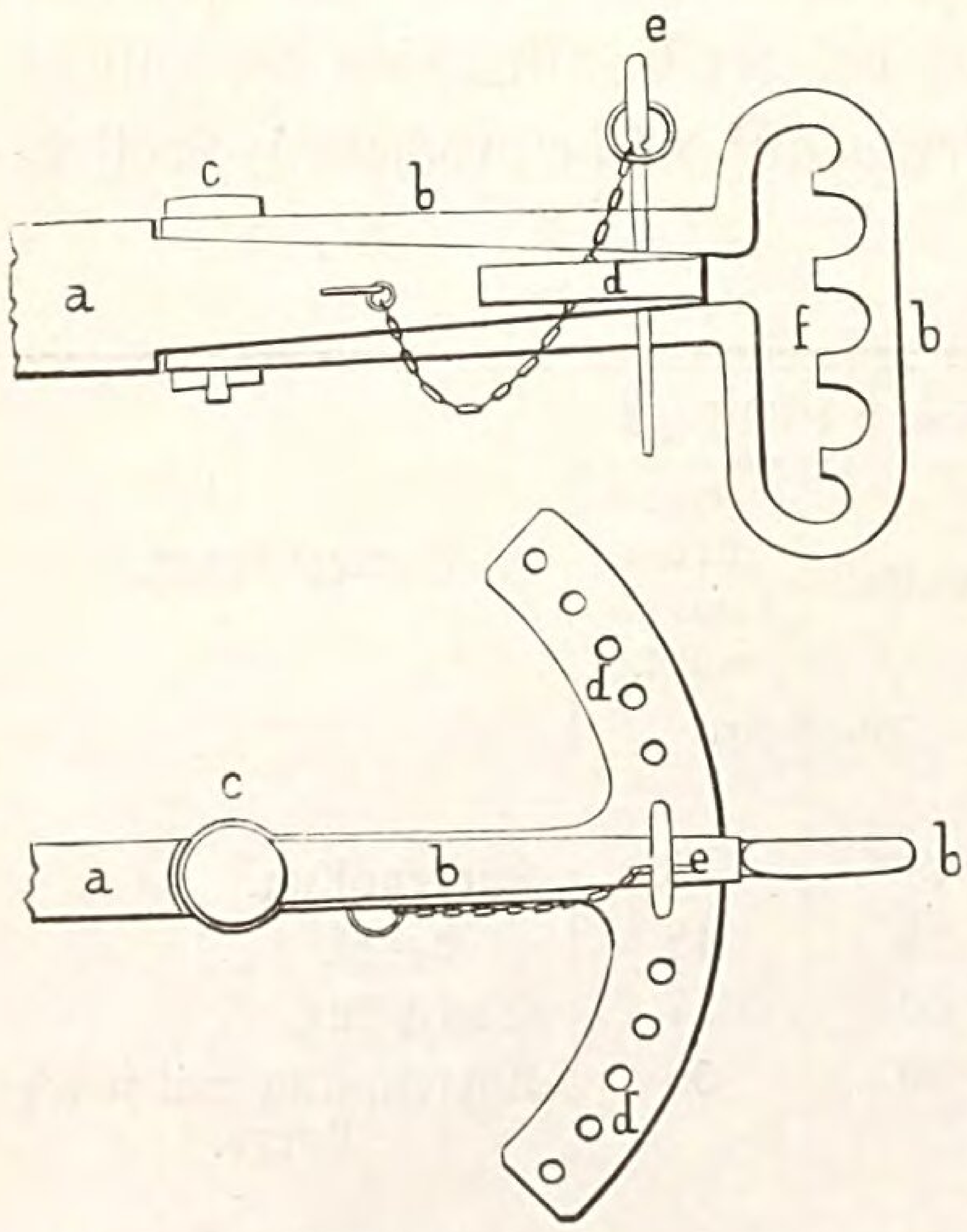


Fig. 114. Regulator von Ball.

Taf. VIII Fig. 1 und 2 Regulator des Howard'schen Pfluges, ebenfalls mit einem horizontalen Kreissegmente zur Einstellung für die Furchenbreite, dagegen mit einem in verschiedener Höhe mittelst einer Schraube zu fixirenden verticalen Stiele zur Regulirung des Tiefganges. Der Anspannhaken greift an einer bei vielen Pflügen benutzten Zugstange a an, welche durch den Bügel b mit dem Grindel verbunden ist, um den Angriffspunkt möglichst nahe dem Pflugkörper zu bringen. Taf. VIII Fig. 11 und 12 Seitenansicht und Grundriß des Hornsby'schen Regulators. Ebendaselbst Fig. 8 und 9 der sehr einfache und durchaus practische Regulator von Dombasle, verticaler, durch den Grindelkopf gezogener Stiel a, in verschiedener Höhe einzustellen, mit dem Winkelstücke b, in dessen Schlitze der Anspannhaken eingehängt werden kann.

Taf. X Fig. 1 bis 4 amerikanischer Regulator, auch bei unseren Pflügen häufig in Verwendung. Am Grindelkopfe ist die in der Stirnansicht kreisförmige, mit radialen Zähnen besetzte Scheibe a befestigt, an welcher die Schiene b nach allen Richtungen der Stirnebene eingestellt werden kann. Dieselbe ist ebenfalls mit Zähnen besetzt, welche, in die

der in Verwendung stehenden Constructionen keineswegs erschöpft ist, da die bei den deutschen Pflügen benutzten fast vollständig übergangen sind.

Zahnlücken von a eingreifend, die Verschiebung hindern. c Flügelmutter, zuweilen auch gewöhnliche, durch einen Schlüssel zu bewegende Mutter zur Feststellung von b gegen a. Die Schiene b nimmt an ihrem unteren Theile die Zugstange d auf, welche durch einen Bügel e mit dem Grindel verbunden ist; außerhalb b ist der Anspannring f angebracht.

Taf. IX Fig. 1 und 2 Hohenheimer Regulator mit gußeisernem Zahnsegmente a zur Regulirung der Furchenbreite und verticalem Stiele b für den Tiefgang. In der Zugstange c ist ein Ring e zum Durchschieben des Stelzenstieles eingeschaltet. Bei manchen neueren amerikanischen Pflügen, z. B. Fig. 110 (Seite 253) und Fig. 112 (Seite 258), gestattet der überaus einfache, aus schmiedbarem Gußeisen erzeugte Regulator lediglich die Aenderung der Furchentiefe, während die Breite nicht regulirbar ist. Für viele Fälle genügt dies auch und wird die Construction hierdurch erheblich vereinfacht.

Bei den Karrenpflügen mit loser Karre wird die Regulirung des Tiefganges häufig durch Hebung bez. Senkung des schräg gestellten Grindels bewirkt, indem die Verbindungskette zwischen diesem und der Karre an verschiedenen Stellen des ersteren eingehängt werden kann. Taf. IX Fig. 3 und 4 zeigen diese Methode der Regulirung des Tiefganges bei dem Hohenheimer Karrenpfluge: je weiter nach vorn der Vorsteckzapfen a in den Grindel gesteckt wird, desto mehr muß sich derselbe senken, so daß hiermit die Furchentiefe vergrößert wird. Anstatt dieser Anordnung versieht man zuweilen das hintere Ende des Grindels mit einer Stellvorrichtung, um denselben in verschiedener Neigung zur Horizontalrichtung einzustellen. Zu diesem Zwecke befindet sich am Ende des Grindels eine Schraubenmutter, deren Schraube in einem mit den Sterzen oder dem Pflugkörper verbundenen Bügel gelagert ist. Bei der Drehung der Schraube hebt oder senkt sich der Grindel je nach der Drehungsrichtung. Taf. XI Fig. 5. Auch benutzt man zuweilen an der nämlichen Stelle noch eine zweite horizontal gelagerte Schraube zur Einstellung der Furchenbreite. Als Vortheil dieser, meines Wissens zuerst bei dem Horsky'schen Pfluge angewendeten Stellvorrichtung wird hervorgehoben, daß dieselbe dem Führer bequem zur Hand ist. In gleicher Weise wie durch eine Verstellung des Grindels kann man auch durch Hebung und Senkung bez. seitliche Verschiebung des Grindelpolsters an der Karre die Tiefe und Breite des Furchenschnittes reguliren; die bezüglichen Anordnungen werden Seite 265 besprochen.

Die Stelzen und Stelzräder. Dieselben bilden die einfachsten Unterstützungsmittel des Pfluges, sichern denselben jedoch nur gegen Schwankungen in der Verticalrichtung, während die etwa vorhandene

Tendenz zum seitlichen Kippen nicht aufgehoben wird. Die Stelze (der Schuh) ist wahrscheinlich flandrischen Ursprunges; dieselbe wurde von Schwerz auf die Hohenheimer Pflüge übertragen, bei denen sie noch heutigen Tages in Anwendung ist. Auch an anderen süddeutschen Pflügen, z. B. von Eberhardt in Ulm, wird dieselbe angebracht. Sie wurde früher aus Holz gefertigt, in neuerer Zeit jedoch aus Schmiedeeisen. Ihre Anordnung zeigt Taf. IX Fig. 1. Der Stiel kann in verschiedener Höhe in dem Grindel festgestellt werden, zu welchem Zwecke er mit Einkerbungen versehen ist. Ein Keil sichert die Stelze gegen willkürliche Verschiebung. Die Breite des eisernen Stelzfußes beträgt 0.06 bis 0.08 Meter.

Vortheilhafter sind Stelzräder, wie solche die amerikanischen Pflüge Taf. X besitzen, jedoch nur, wenn der Zapfen gut gegen das Einfallen von Erde gesichert ist und das erforderliche Schmieren desselben nicht versäumt wird. Fig. 115 und 116 zeigen zwei, in neuerer Zeit bei den

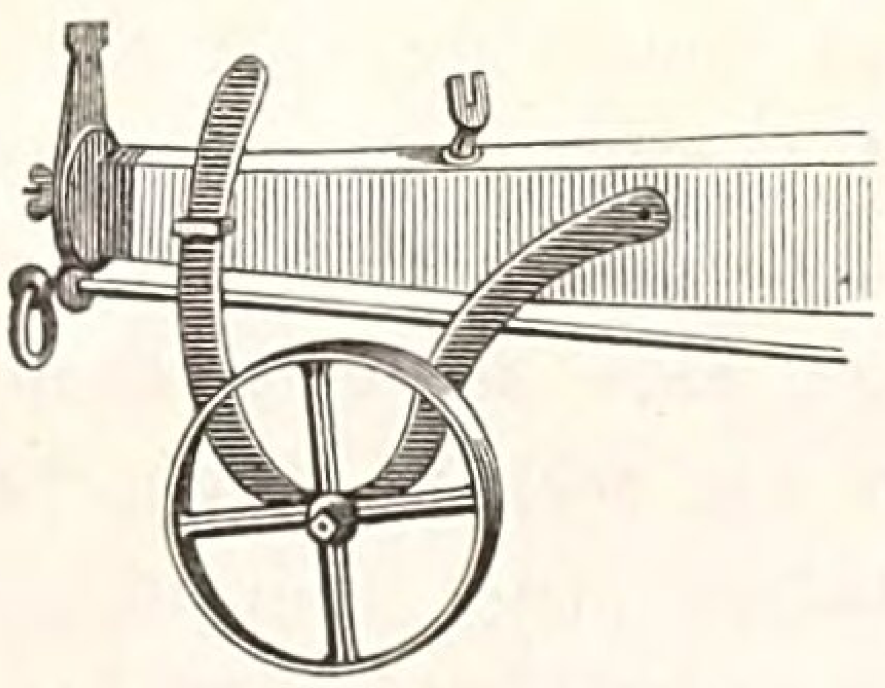


Fig. 115. Stelzrad mit einfachem Bügel.

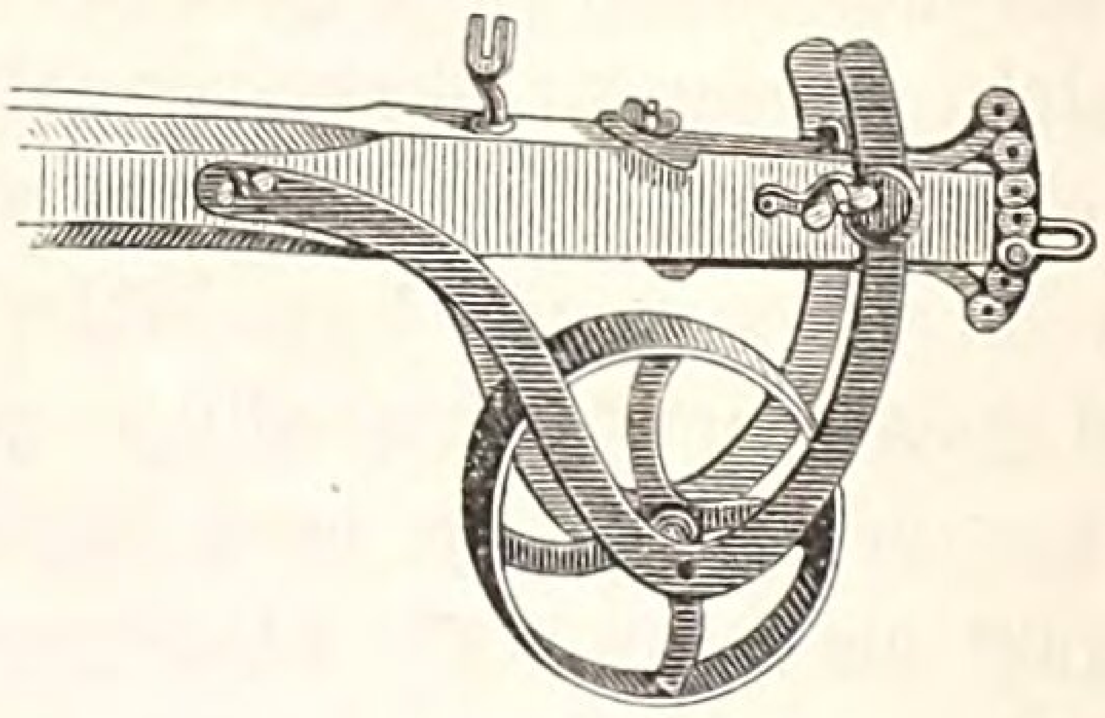


Fig. 116. Stelzrad mit doppeltem Bügel.

amerikanischen Pflügen vorwiegend benutzte Stell- und Befestigungsmethoden der Stelzräder. Der Durchmesser derselben beträgt 0.24 bis 0.32 Meter, ihre Kranzbreite 0.04 bis 0.05 Meter.

Die Pflüge mit Vordergestell werden in sehr verschiedener Anordnung hergestellt. Die englische Construction Taf. VIII Fig. 1 und 2 besteht aus zwei Stelzrädern, von denen das eine in der Furche, das andere, kleinere auf dem ungepflügten Lande läuft. Jedes derselben ist unabhängig von dem anderen an einem verticalen Stiele a, Fig. 7, stellbar, welcher mittelst der Schraube b an dem Pflugbaume befestigt wird. c ist ein Abstreicher zum Entfernen der etwa anhaftenden Erde von dem Radumfange. Die Einstellung des Tiefganges und der Furchenbreite erfolgt durch den gewöhnlichen Regulator. Fig. 117 zeigt ein nach gleichem Principes construirtes Vordergestell der Ransomes'schen Pflüge in perspectivischer Ansicht und der Durchschnitt Fig. 118 die practische Methode, nach welcher die Räder mit ihren Achszapfen verbunden sind. Auf dem Zapfen sitzt ein Bund a, über welchem die Nabe b in entsprechender

Ausbohrung läuft. Hinter dem Bunde ist ein Flantsch c angebracht, welcher mittelst einer Lederdichtung und Schrauben derartig mit der

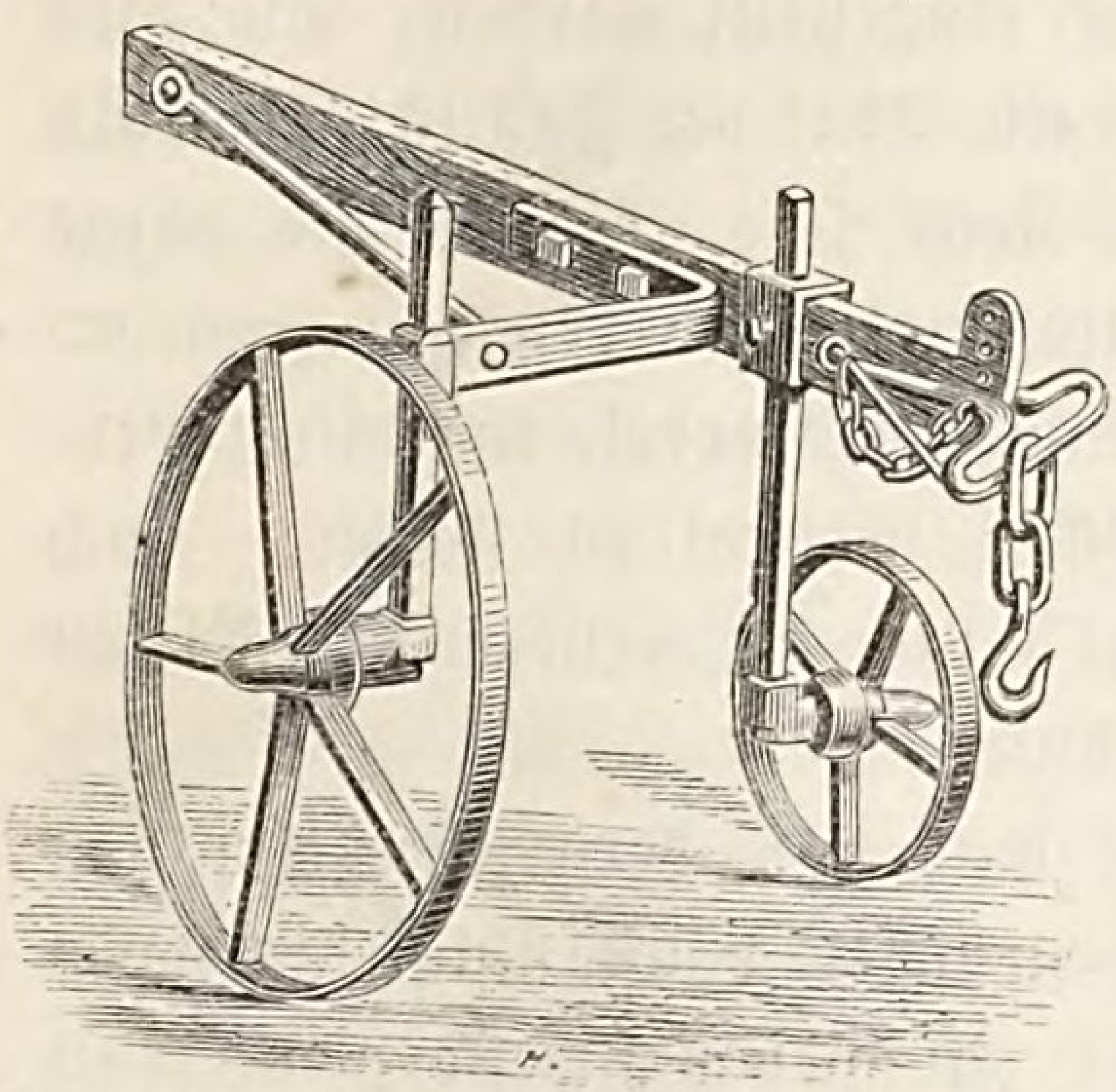


Fig. 117. Vordergestell von Ransomes.

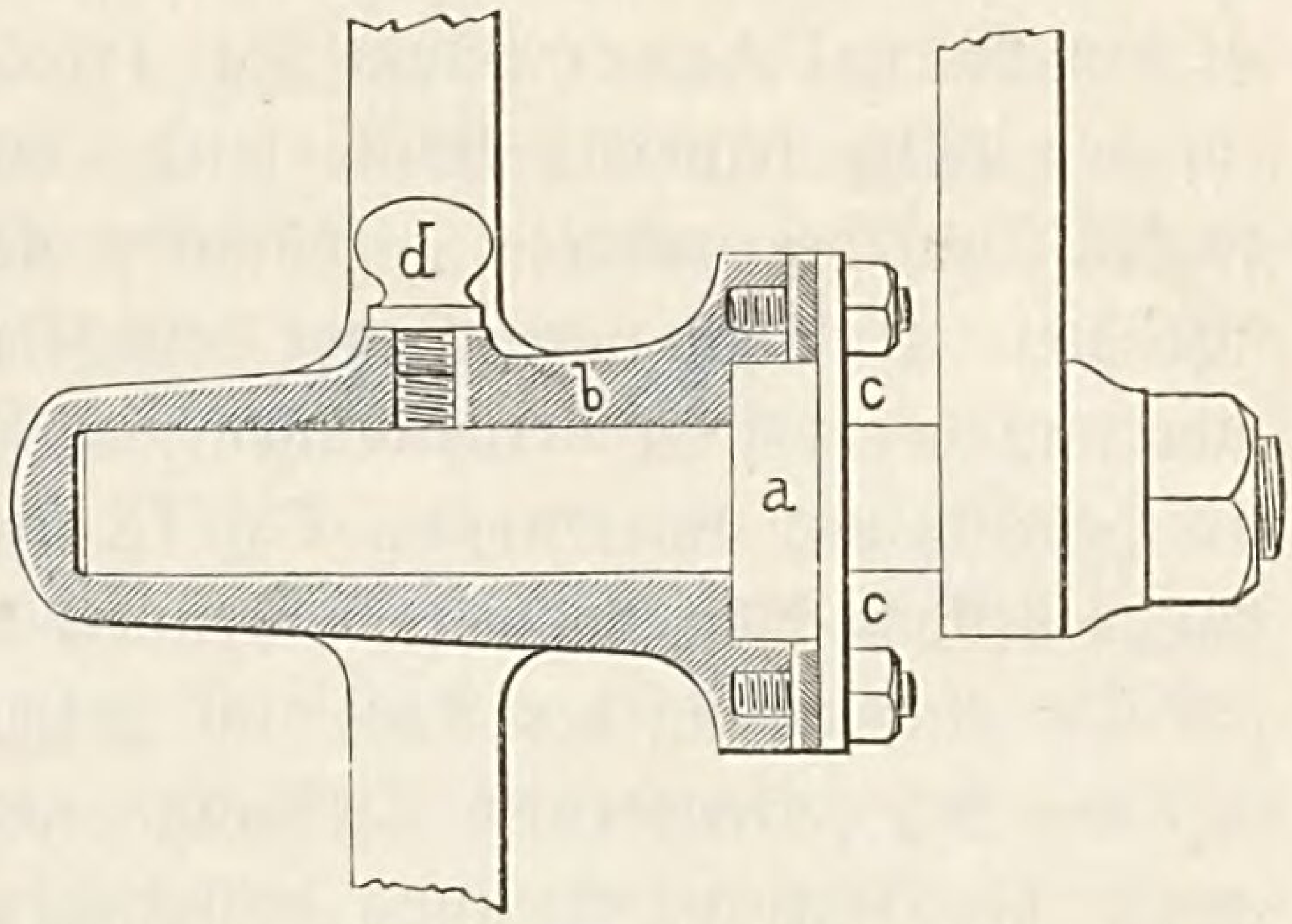


Fig. 118. Radnabe des Ransomes'schen Vordergestelles.

Nabe verbunden ist, daß die letztere gegen das Eindringen von Erde vollkommen geschützt ist. d ist eine Verschraubung zum Schmieren des Zapfens.

Die Abmessungen der Räder bei den englischen Pflügen sind folgende:

Pflug.	Großes Rad		Kleines Rad	
	Durchmesser. Meter	Breite. Meter	Durchmesser. Meter	Breite. Meter
Howard BB	0.542	0.020	0.352	0.025
Ransomes RNFW	0.550	0.015	0.305	0.025

Die **Pflugkarre** wird in der Regel durch eine Kette mit dem Baume verbunden und findet letzterer sein Auflager in einem Bügel (dem Polster) der Karre. Zur Regulirung des Tiefganges und der Furchenbreite dienen die verschiedensten Mittel, von denen einige bereits bei den Regulatoren erwähnt wurden. Zumeist ist jedoch die Einrichtung getroffen, daß das Auflager des Baumes in verschiedener Höhe und auch nach der Seite hin verstellt werden kann, was entweder durch bewegliche Schienen mit den entsprechenden Löchern oder durch Stellschrauben erfolgt. Häufig ist auch die Verbindung des Baumes mit der Karre eine derartige, daß der Pflug am Ende der Furchen umgelegt werden kann, während eine Klinke oder ähnliche Vorrichtung das selbstthätige Umlegen während der Fahrt verhindert. Sehr empfehlenswerth ist die Verbindung des Pfluges mit der Karre durch eine **Doppelkette**, zu beiden Seiten des Grindels angreifend und mit dem Achsbalken der Karre verbunden, wodurch der

Pflug einen stetigen und sicheren Gang erhält, wenn beide Ketten bei ebenem Terrain genau gleich lang sind bez. mittelst eines stellbaren Gliedes (eines Knebels) zu gleicher Länge eingestellt werden, wie dies bei dem Wanzlebener Pfluge Fig. 125 (Seite 274) der Fall ist. Sobald jetzt der Pflug seitweits kippt, wird eine Kette lose, so daß die ganze Zugkraft auf der anderen, gespannten Kette wirkt und den Pflug wieder aufrichtet. Auf hängigem Lande benutzt man den Knebel, um durch Veränderung der beiden Kettenlängen den Pflug vertical zu stellen. Auch der Hohenheimer Karrenpflug Taf. IX Fig. 3 und die neueren Sack'schen Pflüge besitzen diese doppelte Kettenverbindung.

Die Anordnung der Achse und Räder muß eine derartige sein, daß dieselben bei verschiedenem Tiefgange nahezu oder vollständig die horizontale bez. verticale Stellung beibehalten. Zu diesem Zwecke giebt man den Rädern entweder bei fester, durchgehender Achse verschiedene Durchmesser, so daß das Furchenrad um die doppelte Gangtiefe größer ist als das Landrad (Wanzlebener Construction), oder man ordnet das Landrad an einem verticalen Schenkel derartig an, daß es zu verschiedener Höhe entsprechend dem Tiefgange eingestellt werden kann (Sack, Clayton & Shuttleworth), oder endlich bringt man das Furchenrad an einer Kröpfung der Hauptachse an, so daß dasselbe bei Drehung der letzteren und Befestigung unter verschiedener Kurbelstellung gehoben bez. gesenkt wird (Eckert). In allen diesen Fällen kann die richtige Stellung der Achsschenkel und der Räder erhalten werden, was für den guten Gang der Karre und möglichste Reduction der Reibung in den Achsschenkeln durchaus erforderlich ist. Die Tafeln VIII, IX und XI sowie die Textfiguren 97, 122 bis 125 stellen verschiedene Systeme von Karren dar, von der einfachsten, aber durchaus zweckentsprechenden Wanzlebener Karre bis zu der sinnreich erdachten, aber complicirten Eckert'schen Taf. XI Fig. 1 und 2. Während die ersteren Karren nach der vorangegangenen allgemeinen Darlegung ohne Weiteres verständlich sind, bedarf diese einer kurzen Erläuterung. Die Räder besitzen gleichen Durchmesser (0.49 Meter); der rechte Schenkel der durchgehenden Achse ist bei a um 0.13 Meter gekröpft und mit einem Stellstifte versehen. Ueber die Achse ist eine gußeiserne Buchse b geschoben, an welcher, conform mit der Kröpfung der Achse, ein verzahntes Segment c angebracht ist. Je nachdem man den Stift in einer höher oder tiefer gelegenen Zahnlücke des Segmentes einlegt, wird das Furchenrad höher oder tiefer gestellt und wird diese Stellung durch einen Vorstecker an der linken Seite der Buchse gesichert. Diese Einrichtung ermöglicht, daß die Karrenachse bis zu einer Furchentiefe von 0.13 Meter ihre horizontale Stellung beibehält. Nur bei tieferem

Pflügen erhält die Achse eine geneigte Stellung, jedoch in sehr geringem und deshalb unschädlichem Grade. An der oberen Seite der Buchse b (bei d Fig. 4) ist ein Schlitz von 0.22 Meter Länge angebracht, welcher sich, wie aus der Durchschnittszeichnung ersichtlich, nach innen erweitert. Die äußeren Ränder des Schlitzes sind mit zahnartigen Vertiefungen versehen. In diesem Schlitze ist der mit dem Grindelkopfe verbundene, runde Stiel e verschiebbar und kann derselbe mittelst eines Keiles f festgehalten werden, wodurch die Regulirung der Furchenbreite erfolgt. Das Auf- und Niederstellen des Grindelkopfes in dem Stiele e bewirkt die Regulirung des Tiefganges. Zwischen dem eigentlichen Grindel und dem Stiele ist die drehbare Stellscheibe g angebracht, welche mittelst des Klinkhakens h derartig mit dem Grindel verbunden werden kann, daß dieser nicht im Stande ist, sich zu drehen. Nach Lösung dieses Hakens mit Hülfe eines kleinen Handgriffes kann der Pflug umgelegt werden. Bei den Eckert'schen Rajolpflügen werden die beiden Räder von verschiedenem Durchmesser gefertigt, so daß selbst bei beträchtlichem Tiefgange die Karrenachse ihre nahezu horizontale Lage beibehält.

Die Abmessungen der Karrenräder variiren, wie dies nicht anders zu erwarten, sehr beträchtlich. Als Beispiele seien angeführt: Eckert's eben erwähnter Karrenpflug Raddurchmesser 0.49, Breite 0.04 Meter; Hohenheimer Pflug 0.52 und 0.47 Meter Durchmesser, 0.03 Meter Breite; Dombasle-Pflug 0.68 Meter Durchmesser, 0.05 Meter Breite; Wanzlebener Pflug 0.78 und 0.45 Meter Durchmesser, 0.04 Meter Breite; Clayton & Shuttleworth-Pflug 0.64 und 0.52 Meter Durchmesser, 0.02 Meter Breite, Vidats-Pflug 0.58 und 0.44 Meter Durchmesser, 0.03 Meter Breite.

2. Eintheilung der Pflüge.

I. Classe: Pflüge zum Wenden.
- α) Beetpflüge für gewöhnliche Tiefe, Rajolpflüge. Mehrscharige Pflüge.
- β) Kehrpflüge.

II. Classe: Pflüge zum Lockern.
- Untergrundpflüge.

III. Classe: Pflüge zum Häufeln.

IV. Classe: Universalpflüge.

Nach dieser Eintheilung sollen in dem Nachfolgenden einige der wichtigsten neueren Pflüge vorgeführt werden.

I. Classe: Pflüge zum Wenden.

α) Beetpflüge.

Flachwender. Als Beispiel eines Flachwenders kann der auf Taf. VIII Fig. 1—7 dargestellte englische Pflug von Howard in Bedford dienen. Derselbe ist ganz aus Eisen gefertigt, Baum und Sterzen aus einem Stücke. Der gußeiserne Pflugkörper Fig. 3 enthält den Scharhebel d zum Heben oder Senken der Scharspitze (vgl. Seite 252); vor dem Sech wird häufig ein Schälschar in Anwendung gebracht. Die zuweilen benutzte gußeiserne Schleife e von ellipsoidaler Gestalt dient zum Unterbringen von Strohdünger, Gras, Stoppeln ꝛc. Alle übrigen Theile sind nach dem Vorhergegangenen verständlich.

Die Abmessungen werden sehr verschieden gewählt; bei dem BB Pfluge beträgt die Länge des Streichbrettes von der Scharspitze bis zum hinteren Ende diagonal in der Luftlinie gemessen[1]) 1.57 Meter, die größte Höhe des Streichbrettes von der Sohle an 0.31 Meter, die Länge der Scharschneide 0.22 Meter. Preis mit Stahlstreichbrett und Schälschar (nach dem Kataloge von 1878) £ 5. 17. 6. An dem Pfluge können anstatt des Wendekörpers verschiedene Vorrichtungen zum Untergrundpflügen, Häufeln und Kartoffelheben angebracht werden.

Wohl die gleiche Verbreitung wie die Howard'schen Pflüge haben diejenigen von Ransomes, Sims & Head in Ipswich gefunden, deren Anordnung durch die perspectivische Zeichnung Fig. 119 verdeutlicht

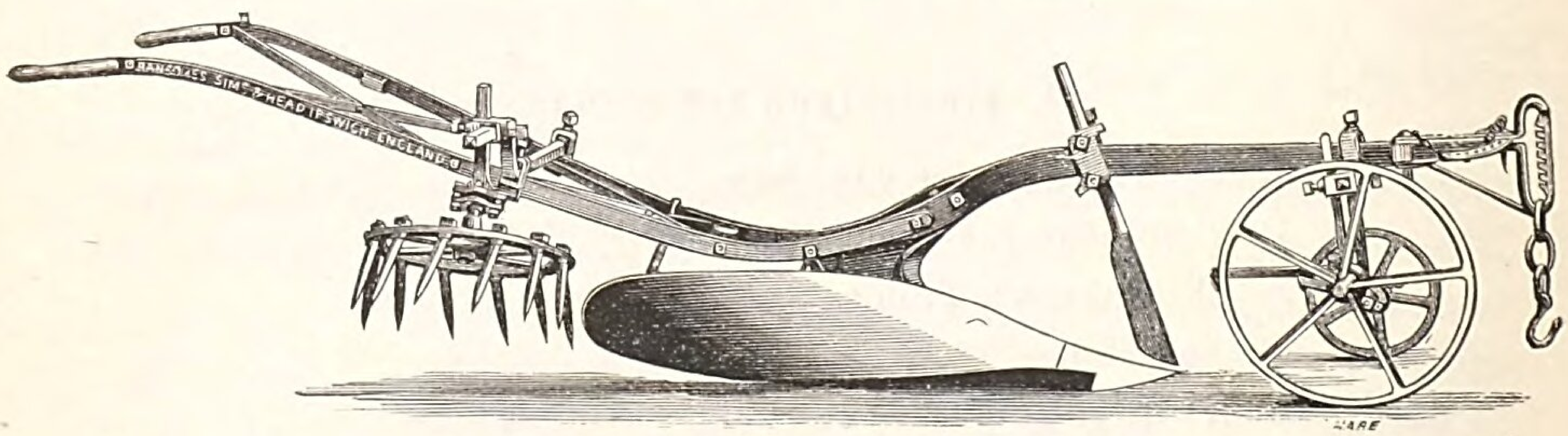


Fig. 119. Pflug mit Egge von Ransomes.

wird. Die einzelnen Theile desselben sind bereits wiederholt erwähnt worden; wesentlich verschieden von dem Howard'schen Pfluge ist der Grindel der Ransomes'schen Construction, welcher bei den kräftigeren Pflügen aus zwei mittelst Stehbolzen verbundenen Flacheisenschienen ge-

---

1) Auch bei den folgenden Angaben wird die Messung in dieser Richtung stets als Länge des Streichbrettes angenommen.

bildet wird, wodurch derselbe namentlich für schwere Pflugarbeit, wie zum Urbarmachen oder für das Umbrechen steinigen Bodens, die hinlängliche Widerstandsfähigkeit erhält. (Gespaltene Grindel). In Fig. 119 ist eine kleine rotirende Egge, der gepflügten Furche unmittelbar folgend, an den Sterzen angehängt, deren Wirkungsweise durch Fig. 120 noch speciell dargelegt wird. Die zum Betriebe der Egge erforderliche Zugkraft ist derartig gering, daß dieselbe in vielen Fällen unmittelbar mit dem Pfluge verwendet werden kann, ohne die Leistung einzuschränken. [1])

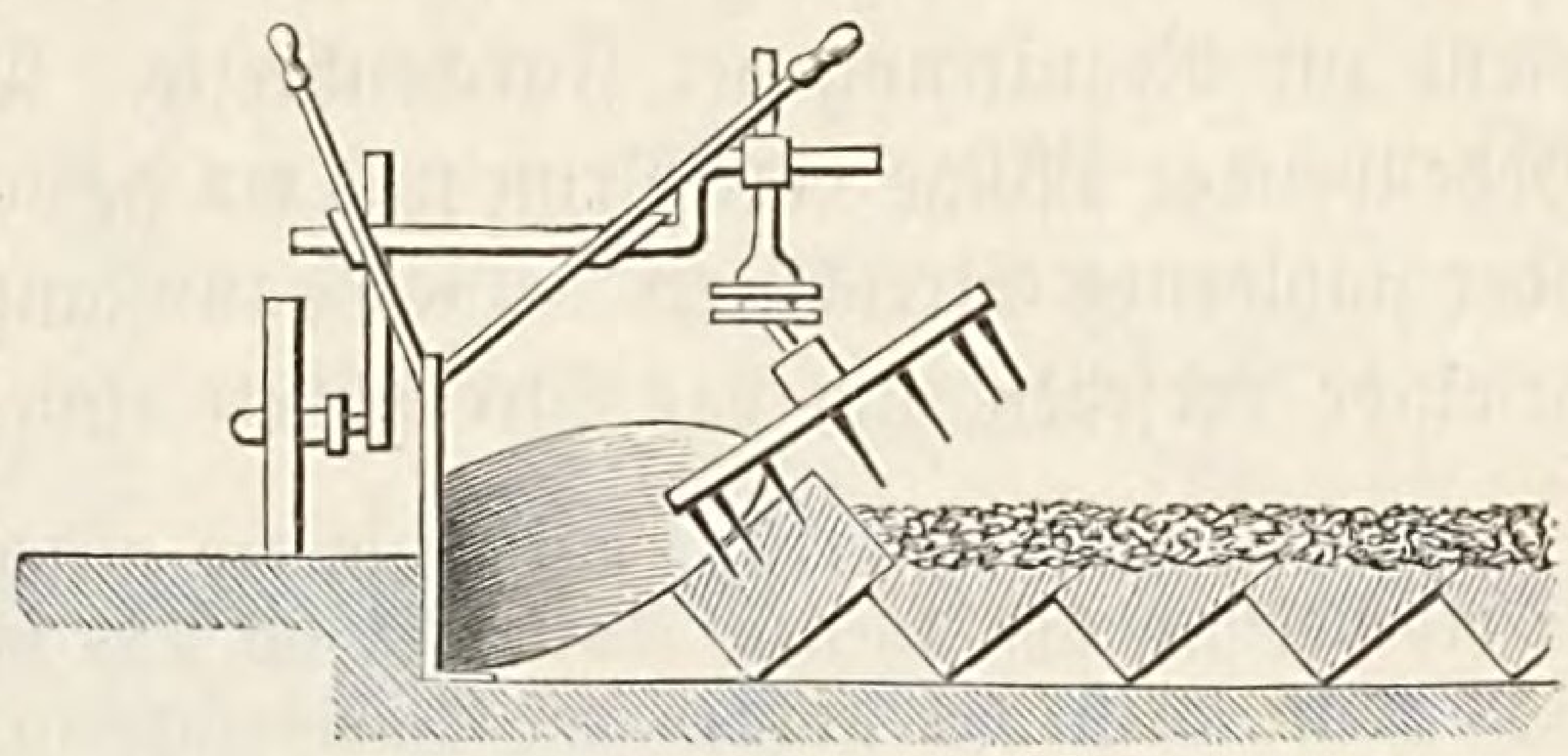


Fig. 120. Wirkung der Egge.

Steilwender. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind die meisten in neuerer Zeit angewendeten Steilwender aus den Flandrischen und Brabanter Pflügen entstanden [2]), namentlich die weit verbreiteten Hohenheimer und Dombaslepflüge. Taf. IX führt in Fig. 1 und 2 einen Hohenheimer Stelzpflug, in Fig. 3 bis 5 einen desgl. Karrenpflug neuester Construction vor [3]). Eigenthümlich ist an denselben die sog. Brust a, bestehend aus der Griessäule, deren äußere Fläche einen Theil der Streichbrettfläche bildet. Die Brust wird seit dem Jahre 1848 bei den Hohenheimer Pflügen allgemein benutzt.

Bei dem Pfluge H_1 beträgt die Länge des Streichbrettes 1.02 Meter, die Höhe desselben 0.36 Meter und die Länge der Scharschneide 0.44 Meter. Die Hohenheimer Gerätheфabrik stellt diese Pflüge in folgenden drei Gattungen her: Marke H_1, Gewicht des Stelzpfluges 60 Kilogramm, Preis 58 Mark, Gewicht der Karre 26 Kilogramm, Preis derselben 23.70 Mark. H_2 als Stelzpflug, Gewicht 53 Kilogramm, Preis 51.50 Mark, Gewicht der Karre 22.5 Kilogramm, Preis 20.60 Mark. H_3 für leichten Boden, ohne Regulator Gewicht 38.5 Kilogramm, Preis 37.80 Mark, Gewicht der Karre 20 Kilogramm, Preis 18.50 Mark.

Dombasle-Pflüge, construirt von Matthieu de Dombasle, dem berühmten französischen Agronomen, jetzt fabricirt von Ch. de Meixmeron de Dombasle in Nancy. Taf. VIII Fig. 8 und 9 zeigen den verbreitetsten Dombasle-Pflug als Schwingpflug und derartig eingerichtet, daß

1) Der Preis des mehrfach erwähnten RNFW Pfluges beträgt mit Schälschar und Stahlstreichbrett nach der Preisliste von 1879 6 Pf. St.

2) Eine eingehende Schilderung derselben enthält die Schrift: Ueber Flandrische und Brabanter Pflüge von Wilhelm Göriz; Karlsruhe und Freiburg 1842.

3) Die Zeichnungen verdanke ich der Güte des Leiters der Hohenheimer Gerätheфabrik, Herrn P. Groß.

er leicht in einen Karrenpflug umgewandelt werden kann. Zu diesem Zwecke wird der Regulator entfernt und die Stange c durch die beiden am Grindel angebrachten Augen d geschoben. c nimmt die Mutter für die Stellschraube e auf, welche den Grindelkopf heben und senken kann, um den Tiefgang zu reguliren. Die Stellung an dem Bügel f dient zur Regulirung der Furchenbreite. Der Pflugkörper besitzt wie die Hohenheimer Pflüge eine Brust und ein gewundenes, entweder gußeisernes oder stählernes Streichbrett. Die Spannstange h ist mit einem Schraubengewinde versehen, um das Streichbrett einige Centimeter zu verstellen.

Die Dombasle-Pflüge werden in den verschiedensten Abmessungen ausgeführt; in der stärksten Construction, Marke RR für 0.25 bis 0.30 Meter Tiefe und 0.32 bis 0.38 Meter Breite der Furchen mit Stahlstreichbrett, beträgt das Gewicht als Schwingpflug 99 Kilogramm, als Karrenpflug 184 Kilogramm, der Preis bez. 94 und 168 Francs. Der Pflug MO für 0.18 bis 0.21 Meter Tiefe und 0.25 bis 0.30 Meter Breite der Furchen wiegt mit Stahlstreichbrett als Schwingpflug 81 Kilogramm, als Karrenpflug 171 Kilogramm; die Preise betragen bez. 75 und 157 Francs. Der sog. kleine Pflug PO für 0.10 bis 01.5 Meter Tiefgang und 0.18 bis 0.22 Meter Breite der Furchen mit gußeisernem Streichbrette wiegt als Schwingpflug 56, als Karrenpflug 131 Kilogramm; die Preise betragen 48 bez. 124 Francs.

Amerikanische Pflüge. Wenn auch die Mannigfaltigkeit der in den Vereinigten Staaten erzeugten Pflüge eine außerordentliche ist, so kann doch der auf Taf. X Fig. 1 bis 3 dargestellte Beetpflug, der sog. Adlerpflug, als ein typisches Muster der am meisten angewendeten Pflüge bezeichnet werden. Die Form des Streichbrettes hat viel Aehnlichkeit mit der Flandrischen bez. den Hohenheimer und Dombasle-Streichbrettern; charakteristisch ist die bei vielen amerikanischen Pflügen unter einem spitzen Winkel zur Sohle gestellte Landseite (Fig. 3). Die Holztheile, Grindel und Sterzen, sind gebogen; die rechte Sterze ist mit dem Streichbrette verschraubt. Einige amerikanische Pflugconstructionen sind bereits bei Besprechung der einzelnen Theile dargestellt worden, wie Fig. 110 Seite 253 und Fig. 112 Seite 258; die Gestalt des Streichbrettes zeigt überall eine gewisse Uebereinstimmung.

Karrenpflüge nach der bei uns üblichen Construction werden in Amerika nicht angewendet, vielmehr wird fast allgemein der mit einem Stelzrade unterstützte Pflug benutzt. In beschränktem Maße findet jedoch auch der sog. „Sulky"-Pflug, Fig. 121 in der Anordnung von Furst & Bradley in Chicago dargestellt, Verwendung. Das Furchenrad ist an einem Knie der Hauptachse angebracht und wird mittelst eines Handgriffes von dem über dem Gestell angebrachten Führersitze für den Tiefgang eingestellt. Der Hebel kann in einem Kreissegmente an verschiedenen Stellen festgeklinkt werden. Der Sulky-Pflug ist stets mit einer Deichsel

versehen, welche zu verschiedener Höhe eingestellt werden kann. Die Anzahl der nach diesem Principe construirten Pflüge ist in Amerika eine sehr beträchtliche, wenn auch ihre Verbreitung im Vergleiche zu den gewöhnlichen Pflügen nur gering ist, da der hohe Preis, 62 bis 70 Dollars

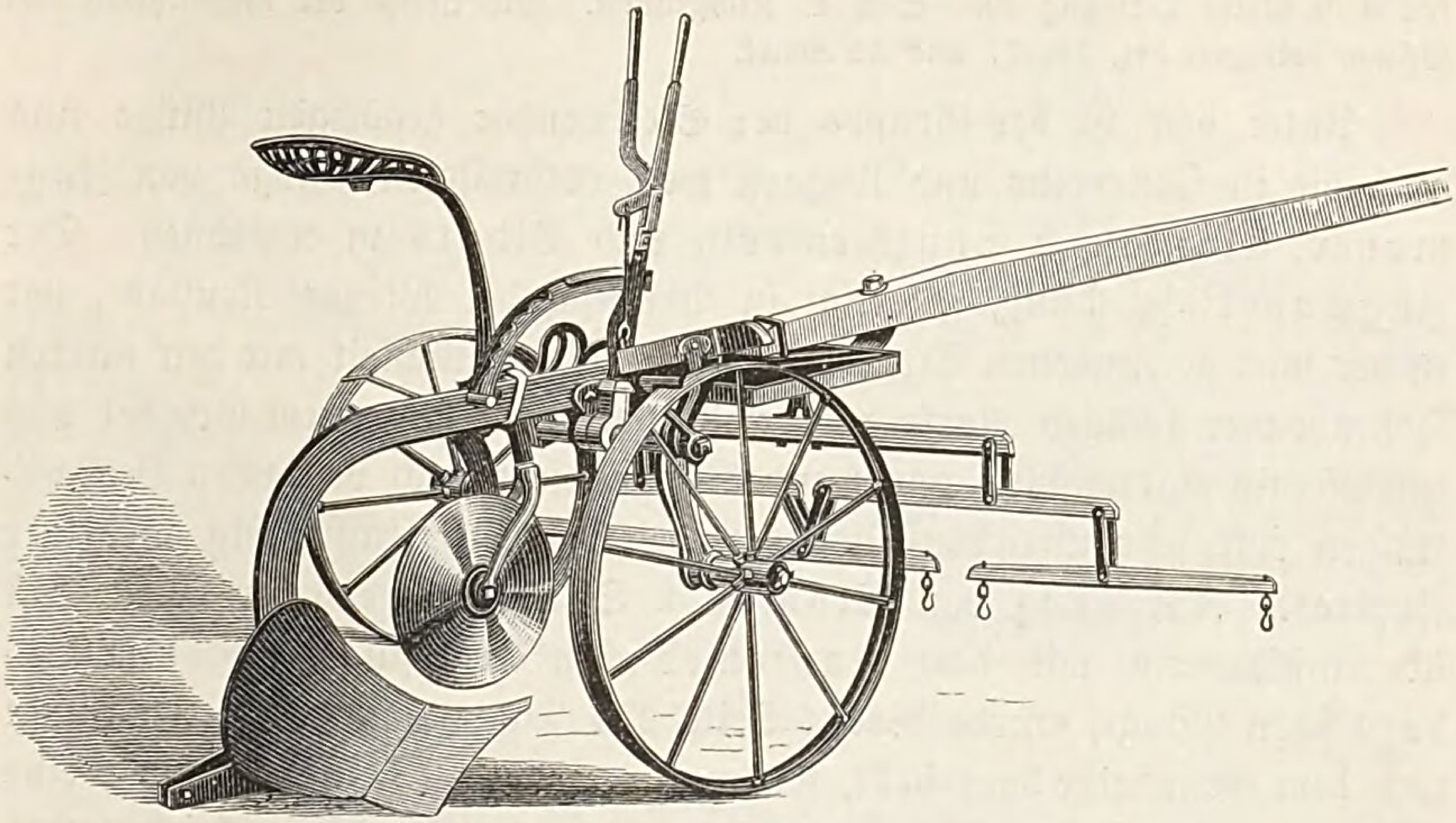


Fig. 121. Sulky-Pflug.

pro Exemplar, dieselbe wesentlich einschränkt. Die Arbeit des Sulky-Pfluges wird allgemein als vorzüglich anerkannt.

Das amerikanische Streichbrett wird auch bei den Eckert'schen Pflügen in Anwendung gebracht und stellt Fig. 122 den Amerikaner-

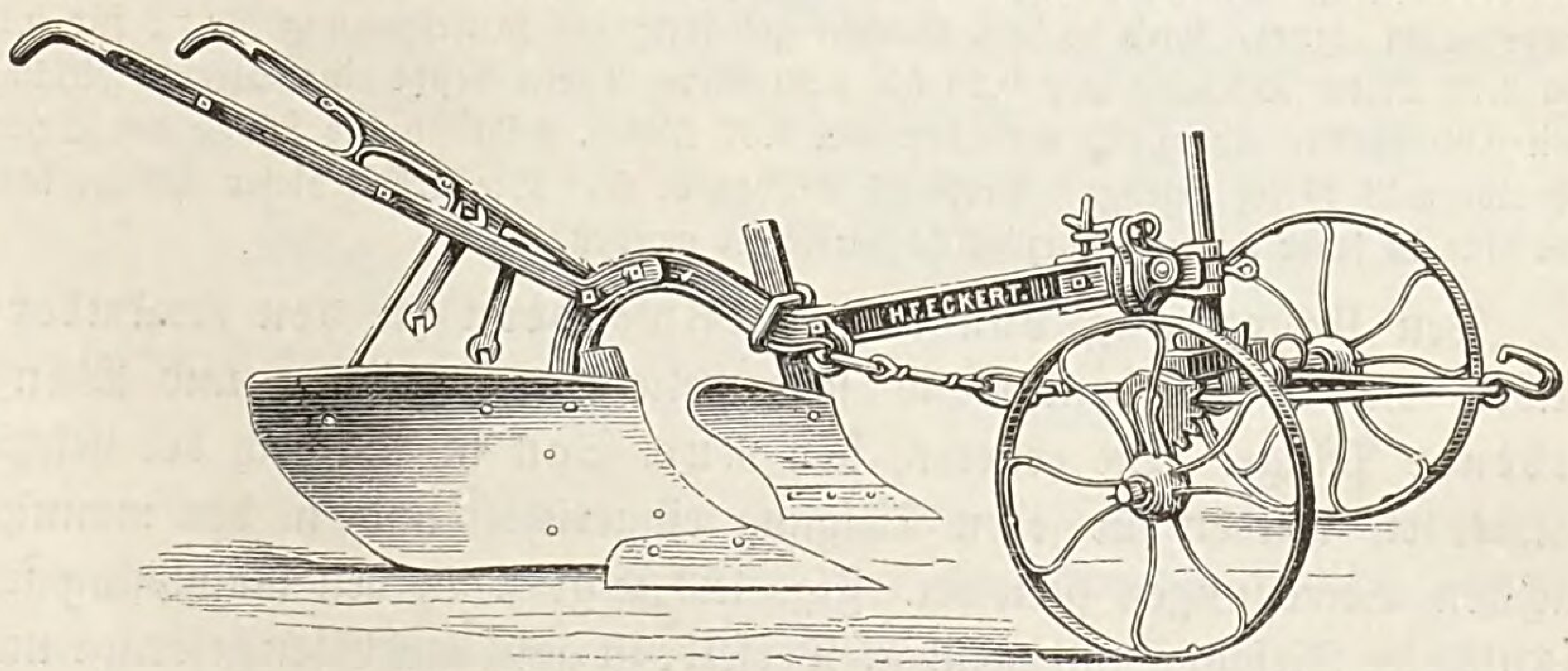


Fig. 122. Amerikaner-Pflug von Eckert.

Pflug dieser Fabrik mit der bereits besprochenen Karre, dem aus I Eisen gefertigten Grindel und einem Schälschar dar.

Die Fabrik liefert diese Pflüge in der verschiedensten Ausführung, mit und ohne Meißel in dem Schar (Meißelpflüge und Scharpflüge), in je drei verschiedenen Größen für 0.18, 0.22 und 0.26 Meter Tiefgang, speciell für schweren Thon-

oder Lehmboden bestimmt. Bei dem Scharpfluge AS_1 beträgt z. B. die Länge des Stahlstreichbrettes 1.02 Meter, die Höhe desselben 0.34 Meter und die Breite der Scharschneide 0.41 Meter; das Gewicht als Schwingpflug wurde bereits Seite 261 mit 73 Kilogramm angegeben, als Karrenpflug wiegt derselbe einschl. des in Fig. 122 dargestellten Schälschares 124 Kilogramm, mit hölzernem Grindel (AP_4) als Schwingpflug für 0.20 Meter Tiefgang ohne Sech 47 Kilogramm. Die Preise der angeführten drei Pflüge betragen bez. 48, 77 und 32 Mark.

Unter den zu der Gruppe der Steilwender gehörigen Pflüge sind auch die in Oesterreich und Ungarn weit verbreiteten Pflüge von Zugmayer, Clayton & Shuttleworth und Vidats zu erwähnen. Der Zugmayer'sche Pflug, gefertigt in Waldegg bei Wiener Neustadt, hat in der stark gewundenen Streichbrettform viel Aehnlichkeit mit den älteren Hohenheimer Pflügen Marke S; derselbe wird mit hölzernem Grindel und zumeist als Karrenpflug angewendet und liefert nach vielfachen Beobachtungen eine sehr zufriedenstellende Arbeit bei verhältnißmäßig niedriger Zugkraft. Der Pflug von Clayton & Shuttleworth in Wien, fast übereinstimmend mit dem Ransomes'schen H Pfluge und dem Vidats'schen Pfluge, wurde bereits Seite 234 Fig. 97 in der Seitenansicht und dem Grundrisse dargestellt, während auf Taf. XI, Fig. 5 und 6 eine Abbildung des Original-Vidatspfluges von der Landseite gesehen und im Grundrisse gegeben ist. Am hinteren Ende des Grindels ist eine Stellschraube angebracht, welche im Vereine mit dem Vorstecker für den Karrenring zur Einstellung des Grindels für den Tiefgang dient. (Vergl. Seite 263.)

Der Pflug von Clayton & Shuttleworth, welcher sich für leichte und mittlere Bodenarten eignet, wird in drei Größen geliefert; die Mittelgattung Nr. 2 für 0.10 bis 0.23 Meter Tiefgang und 0.20 bis 0.30 Meter Breite besitzt eine Streichbrettlänge von 0.99 Meter, eine Höhe desselben von 0.37 Meter, während die Länge der Scharschneide 0.43 Meter beträgt. Preis 35 Gulden ö. W. Die Arbeit dieser Pflüge kann als eine in jeder Hinsicht vorzügliche bezeichnet werden.

Den Uebergang von den Steilwendern zu den Krümlern bilden die in Norddeutschland sehr beliebten Sack'schen und Wanzlebener Pflüge. Die ersteren, von Rud. Sack in Plagwitz bei Leipzig construirt, werden für jeden Tiefgang eingerichtet und in den mannigfachsten Abmessungen geliefert. Fig. 123 zeigt z. B. den Rajolpflug für 0.30 Meter Tiefgang und darüber. Derselbe ist ganz aus Eisen gefertigt und der vordere Theil der Streichbrettfläche mit Stahlplatten (in punktirten Linien angegeben) belegt. An dem Streichbrette ist das sog. Streicheisen B angesetzt, welches beim Tiefpflügen ein Zurückfallen der Erde verhindert. Die Karre besitzt eine Schraubenstellung zur Hebung und Senkung des Grindelkopfes; bei a ist noch eine durchlochte Schiene für den gleichen Zweck angebracht, welche benutzt wird, wenn die erstere Vorrichtung nicht

genügt. Gewichtshebel o und Zugstange k dienen zur Einklinkung des Fingers n in einen entsprechenden Schlitz des Karrengestells bez. zur Lösung

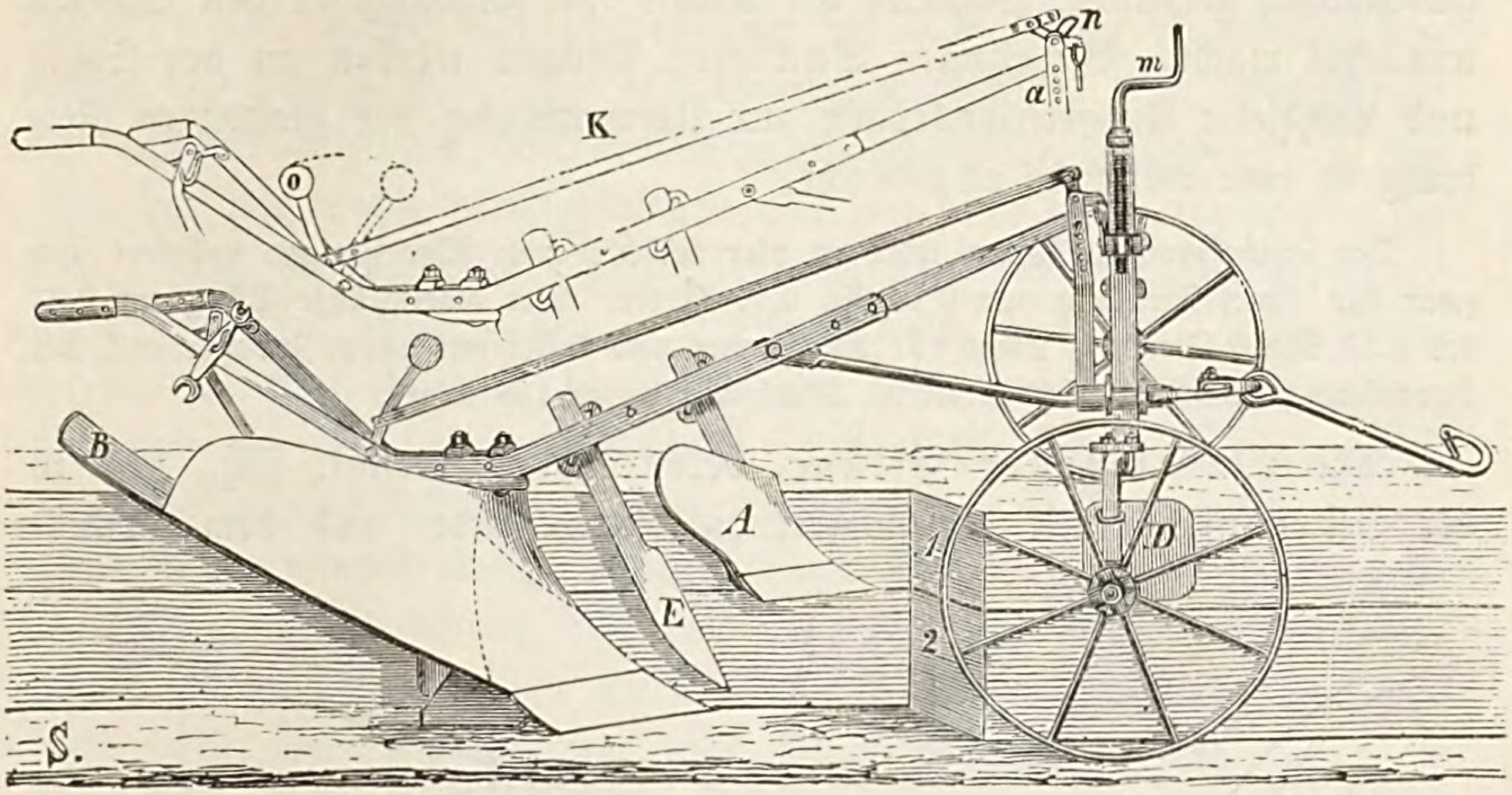


Fig. 123. Rajolpflug von Sack.

desselben, um den Pflug bei der Arbeit an seitlichen Schwankungen zu hindern und denselben an den Furchenenden umzulegen. Fig. 124 zeigt einen

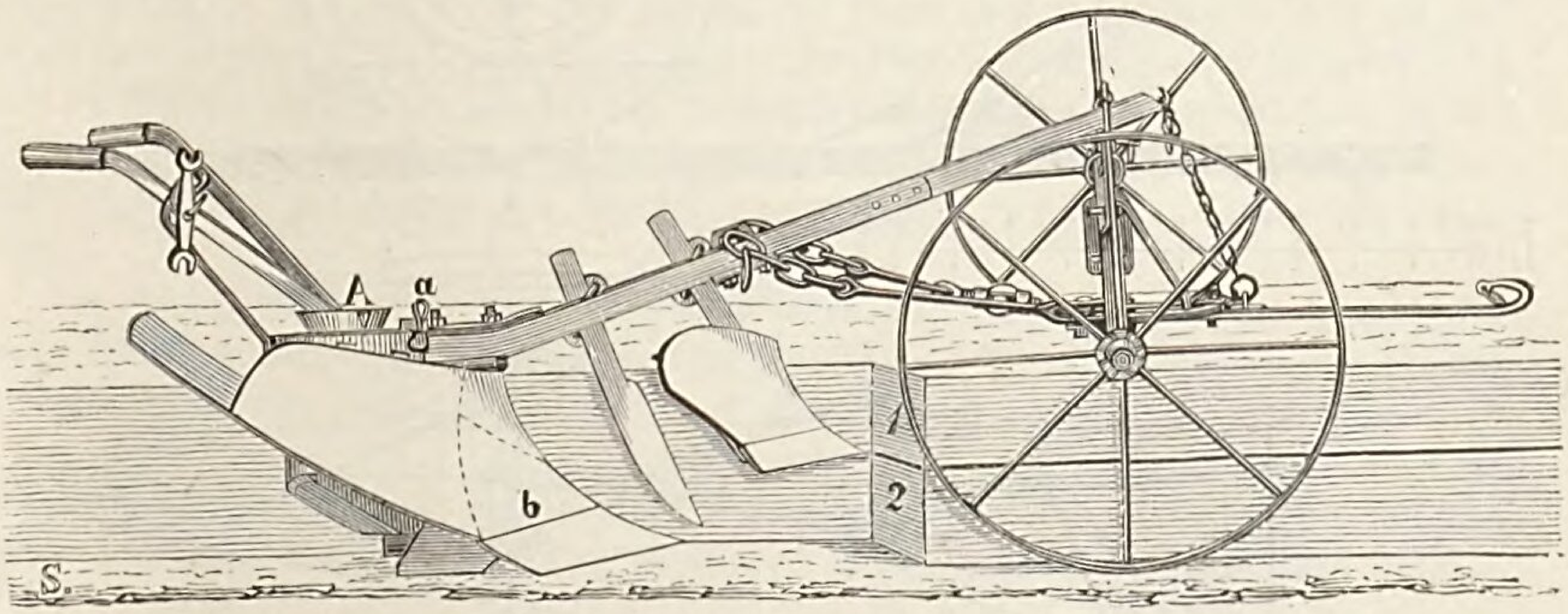


Fig. 124. Universalpflug von Sack.

in neuester Zeit construirten Sack'schen Pflug mit der Seite 225 erwähnten Einrichtung zum Schmieren der Streichbrettfläche mit Wasser. Innerhalb des Pflugkörpers ist ein Blechgefäß A für 10 Liter Inhalt angebracht, aus welchem das Wasser mittelst eines Hahnes und gedichteten Abschlusses in die Fuge bei b, an welcher sich feine Oeffnungen befinden, eingeleitet werden kann. Die Karre ist gegen die in Fig. 123 dargestellte vereinfacht; das Grindelpolster wird nur mittelst entsprechend durchlochter Schienen an einem das Karrengestell bildenden Bügel auf und nieder gestellt; für die Seitenstellung zur Regulirung der Furchenbreite befinden

sich in dem Polsterbalken mehrere Auflager für den Grindel. Die Verbindung der Karre mit dem Grindel erfolgt durch eine Doppelkette, welche, gleichmäßig gespannt, während der Arbeit eine Führung an den Sterzen unnöthig macht. Bei einigen Sack'schen Pflügen werden an der Sohle und Landseite Antifrictionsrollen zur Umwandlung der gleitenden Reibung in eine wälzende angebracht.

Der letztbesprochene Pflug wird in vier verschiedenen Abmessungen geliefert und zwar für einen Tiefgang von 0.10 bis 0.50 Meter. Der zweitgrößte Pflug für 0.21 bis 0.37 Meter Tiefgang wiegt 131 Kilogramm und kostet mit allem Zubehör excl. der Vorrichtung zum Wasserschmieren 90 Mark, mit dieser 108 Mark.

Die Wanzlebener Pflüge, deren typische Gestalt Fig. 125 in der Seitenansicht (mit abgenommenem Furchenrade) und dem Grund-

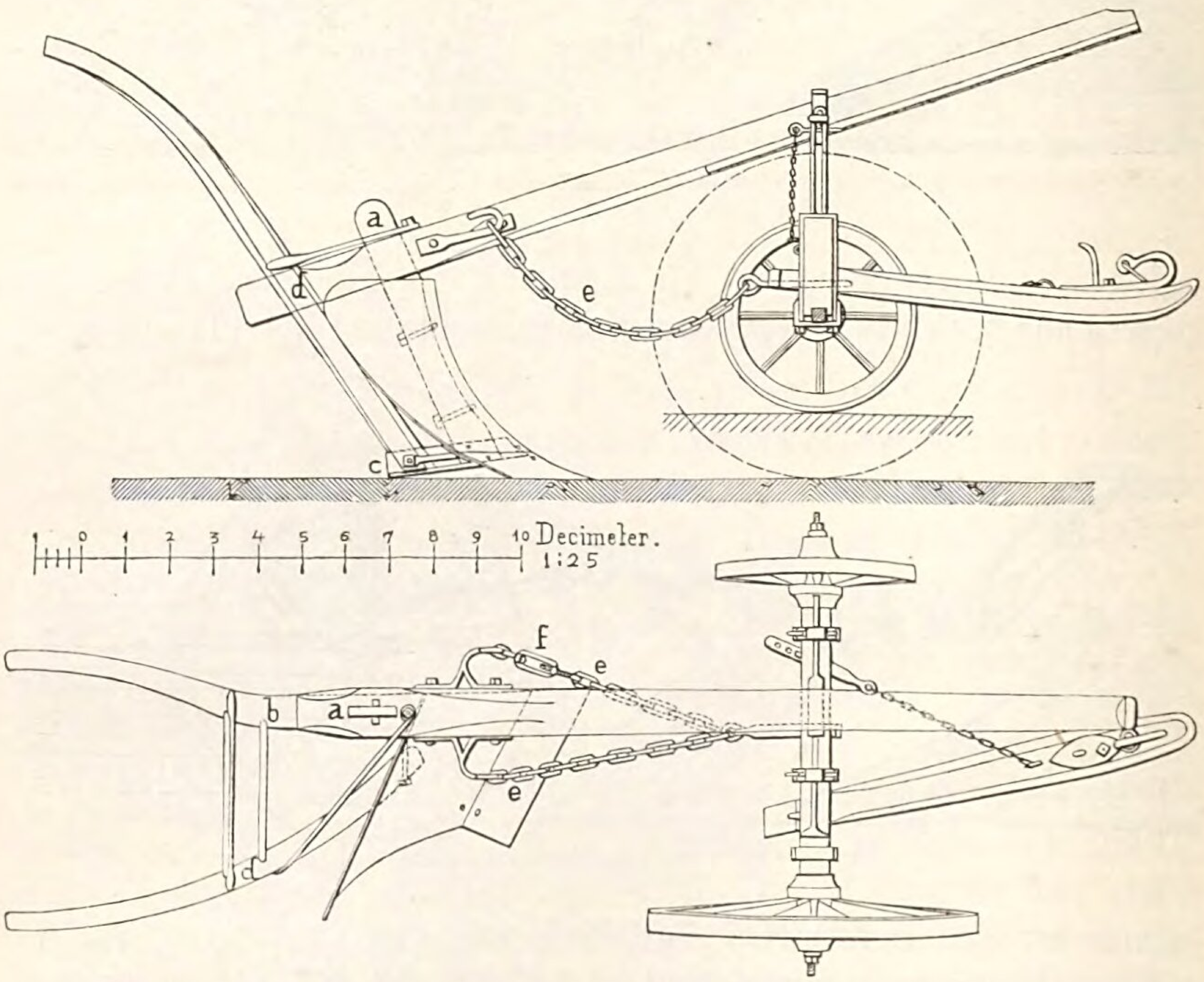


Fig 125. Wanzlebener Pflug.

risse darstellt, charakterisiren sich durch ein steil aufsteigendes und verhältnißmäßig kurzes Streichbrett, dessen Wirkung bereits mit derjenigen des Ruchadlo's nahezu übereinstimmt. Im Gegensatze zu den Pflügen mit gewundenen Streichbrettern erstellt der Wanzlebener Pflug Furchen von annähernd quadratischem Querschnitte; in einzelnen Fällen ist sogar die

Tiefe größer als die Breite. Er eignet sich nur für einen krümelungsfähigen Boden, vor Allem einen tiefgründigen, lehmigen Sandboden; zum Tiefackern des milden Rübenbodens bis auf 0.36 Meter ist derselbe unbedingt das vorzüglichste, zur Zeit existirende Geräth. Der Pflugkörper wird aus der hölzernen, mit dem Grindel verzapften Griessäule a, der linken bis zur Sohle herabgeführten Sterze b und dieser letzteren c gebildet. Auch die rechte, stark gebogene Sterze d ist bis zur Sohle heruntergeleitet und mit dieser sowie dem Streichbrette verstrebt. Das Schar steht sehr beträchtlich gegen die Sohle vor, welche erst in der Höhe der Unterkante des Streichbrettes beginnt. Die Sohle erhält nur eine sehr geringe Länge und besteht aus einem Holzschuh mit vorgeschraubter Eisenplatte. Der Grindel ist sehr lang, etwa 2 Meter, steigt steil aufwärts und erfolgt die Verbindung der einfachen Karre mit demselben durch die doppelte Spannkette e. Der Knebel f dient, wie bereits Seite 266 erwähnt, dazu, den Pflug auf hängigem Lande vertical zu stellen.

Die Länge des Streichbrettes von der Scharspitze bis zur rechten äußersten Kante beträgt in der Luftlinie 0.80 bis 0.90 Meter, die Höhe der Unterkante des Grindels über der Scharspitze vertical gemessen 0.50 bis 0.60 Meter, die Entfernung der letzteren von der linken äußeren Kante des Streichbrettes (unter dem Grindel), ebenfalls in der Luftlinie gemessen, 0.55 bis 0.60 Meter, die Pfeilhöhe der concaven Krümmung der Streichbrettfläche in dieser Linie 0.10 Meter, die Länge der Scharschneide 0.40 Meter, des Stoßes zwischen Schar und Streichbrett 0.34 Meter, die Breite des Schares 0.13 bis 0.15 Meter; endlich der Winkel der Scharspitze in der Horizontalprojection 38 bis 40 Grad.[1]) Das Gewicht des Wanzlebener Pfluges für den angegebenen Tiefgang beträgt in den verschiedenen Ausführungen einschl. der Karre 85 bis 100 Kilogramm.

Der Wanzlebener Pflug wird in verschiedenen Werkstätten, z. B. bei Chr. Behrendt in Wanzleben, Fr. Behrendt ebendaselbst, Knoche in Ottersleben, Schmidt in Erfurt, Schwarz in Berlinchen, Otto in Mertschütz u. a. gefertigt. Betrieben wird er fast allgemein durch vier Ochsen, welche, wenn große Leistungen verlangt werden, Mittags gewechselt werden; mit denselben erreicht er einen Tiefgang von 0.36 bis (jedoch höchstens) 0.40 Meter. Der Preis des Wanzlebener Tiefgangpfluges beträgt 80 bis 96 Mark.

Krümelpflüge, Ruchablo's. Unter Bezugnahme auf das Seite 242 dargelegte Princip dieser für lockeren Boden vortrefflich geeigneten Pflüge, sobald kein größerer Tiefgang als 0.25 Meter verlangt wird, ist hier zunächst der böhmische (Original-) Ruchablo zu erwähnen, welcher (auch unter dem Namen Kainzer Pflug) noch heutigen Tages in Böhmen vielfach in Anwendung ist. Derselbe besitzt ein sehr kurzes, wenig gekrümmtes und steil aufsteigendes Streichbrett und wird gewöhnlich mit einer ein-

1) Diese Maße habe ich nach einer größeren Anzahl von Messungen an Wanzlebener Pflügen zusammengestellt; es kommen jedoch auch mehr oder minder beträchtliche Abweichungen von denselben in der Praxis vor.

fachen Karre durch Kette und Vorstecker vereinigt, zuweilen auch mit einer Stellvorrichtung am hinteren Grindelende und zwei, dem Pflugkörper unmittelbar folgenden Wühlscharen nach der Construction des um die Ausbildung vieler Bodenbearbeitungsgeräthe hochverdienten Horsky versehen. Das wesentlichste Verdienst um die weite Verbreitung des Ruchadlo's gebührt jedoch dem verstorbenen Maschinenfabrikanten H. F. Eckert in Berlin, der das Meiste dazu beigetragen hat, diesen Pflug in weitere Kreise einzubürgern. In der neuesten Eckert'schen Construction ist derselbe auf Taf. XI Fig. 1 bis 3 abgebildet, und zwar als Meißelpflug (vergl. Seite 253) mit der Eckert'schen Vorderkarre.

Dieser Pflug wird in sechs verschiedenen Ausführungen, als Meißel- oder Scharpflug mit Stahlstreichbrett und überdies auch in einfacherer Art, mit hölzernem Grindel und gußeisernem Streichbrett, gefertigt. In der Construction RMG_2, Meißelpflug mit Stahlstreichbrett für 0.22 Meter Tiefgang und 0.26 Meter Furchenbreite, kostet derselbe einschl. der Karre 60 Mark.

Mehrscharige Pflüge. Trotzdem mehrscharige Pflüge bereits seit einer langen Reihe von Jahren in Anwendung sind, kann doch behauptet werden, daß ihre Ausbildung für den allgemeineren Gebrauch erst aus der neuesten Zeit datirt. Durch Benutzung hoher Räder, welche bei der Arbeit in der Furche bez. auf dem Lande laufen und den ganzen Verticaldruck des Pfluges aufnehmen, ist es gelungen, dieselben für derartig leichten Gang einzurichten, daß stets eine Ersparung an Spannthieren gegenüber den einfachen Pflügen eintritt. Indem man ferner den mehrscharigen Pflug mit guten Stellvorrichtungen für den Tiefgang und das Fahrgestell derartig anordnete, daß der Pflug bei der Arbeit nicht aus der Richtungsfurche abgelenkt werden kann, wurde die Zahl der erforderlichen Arbeiter gegenüber dem einfachen Pfluge erheblich vermindert. Die mehrscharigen Pflüge werden namentlich in folgenden Ausführungen verwendet:

1) Als Doppelpflüge für alle Arbeiten auf nicht zu schwerem Boden bis auf 0.22 Meter Tiefgang;

2) Als Dreifurchenpflüge für gewöhnliche Pflugarbeit auf leichtem Boden bis 0.18 Meter Tiefe, namentlich für das Stoppelstürzen und zur Unterbringung der breitwürfigen Saat (Saatpflüge);

3) Als Vierfurchenpflüge zum Schälen von Klee- und Grasnarben, zum Stürzen der Stoppeln und zur Unterbringung der Saat.

Der Doppelpflug erfordert für die angegebene Arbeit 1 Pflüger und 3 Pferde, beim Stoppelstürzen sogar in der Regel nur 2 Pferde; er verrichtet die doppelte Arbeit des einfachen Pfluges, der für gleiche Leistung 2 Arbeiter und 4 Pferde bedingt. Es werden somit mindestens $^1/_4$ der Anspannung und die Hälfte der Bedienung, d. i. etwa 35 Procent der

Betriebskosten, erspart. Diesen Vorzügen steht der höhere Preis des Doppelpfluges gegenüber zwei einfachen Pflügen entgegen, wecher sich jedoch gewöhnlich bereits im ersten Jahre durch die Ersparung an Arbeitslöhnen und Spannkraft deckt.

Der Dreifurchenpflug erfordert 1 Arbeiter und für die Unterbringung der Saat 2, für die gewöhnliche Pflugarbeit 3 bis 4 Pferde; derselbe leistet ebenso viel wie drei Pflüge mit 3 Arbeitern und 6 Pferden. Er eignet sich besonders für große Leistungen auf leichtem Boden, wenn die Arbeiten im Herbste und Frühjahre sehr dringend sind. Bei Ochsenbebespannung leistet der dreischarige Pflug mit 8 Ochsen und 2 Leuten ebenso viel wie drei gewöhnliche Pflüge mit 12 Ochsen und 6 Leuten.

Fig. 126 stellt den Doppelpflug der Actiengesellschaft H. F. Eckert in Berlin mit amerikanischen Streichbrettern dar; die Fabrik fertigt außerdem diese Pflüge mit Ruchadlo-Streichbrettern. Das stellbare Vorderrad geht in der Furche und bewirkt den gleichmäßigen Anschluß der neuen Furchen. Die beiden Hinterräder sitzen auf einer mit einem Knie versehenen Achse; dieselben können mittelst eines Handhebels in verschiedener Höhe eingestellt und durch eine Klinke in einem gezahnten Bogen fixirt werden. Die Pflugtiefe ergiebt sich gleich der Höhe der Unterkante des Furchenrades über den Schnittebenen der Schare. Werden die Räder gesenkt, so wird der Pflug aus dem Boden gehoben; die Hubhöhe ist derartig bemessen, daß derselbe wie ein Fuhrwerk transportirt werden kann. Auf dem Stellbogen ist eine verschiebbare Klammer aufgesetzt, welche zur Festhaltung des gewählten Tiefganges dient. Der Hebel schlägt beim Vorwärtsstoßen zum Zwecke des Anhebens der Fahrräder gegen diese Klammer, so daß die Räder nicht höher gehoben werden können.

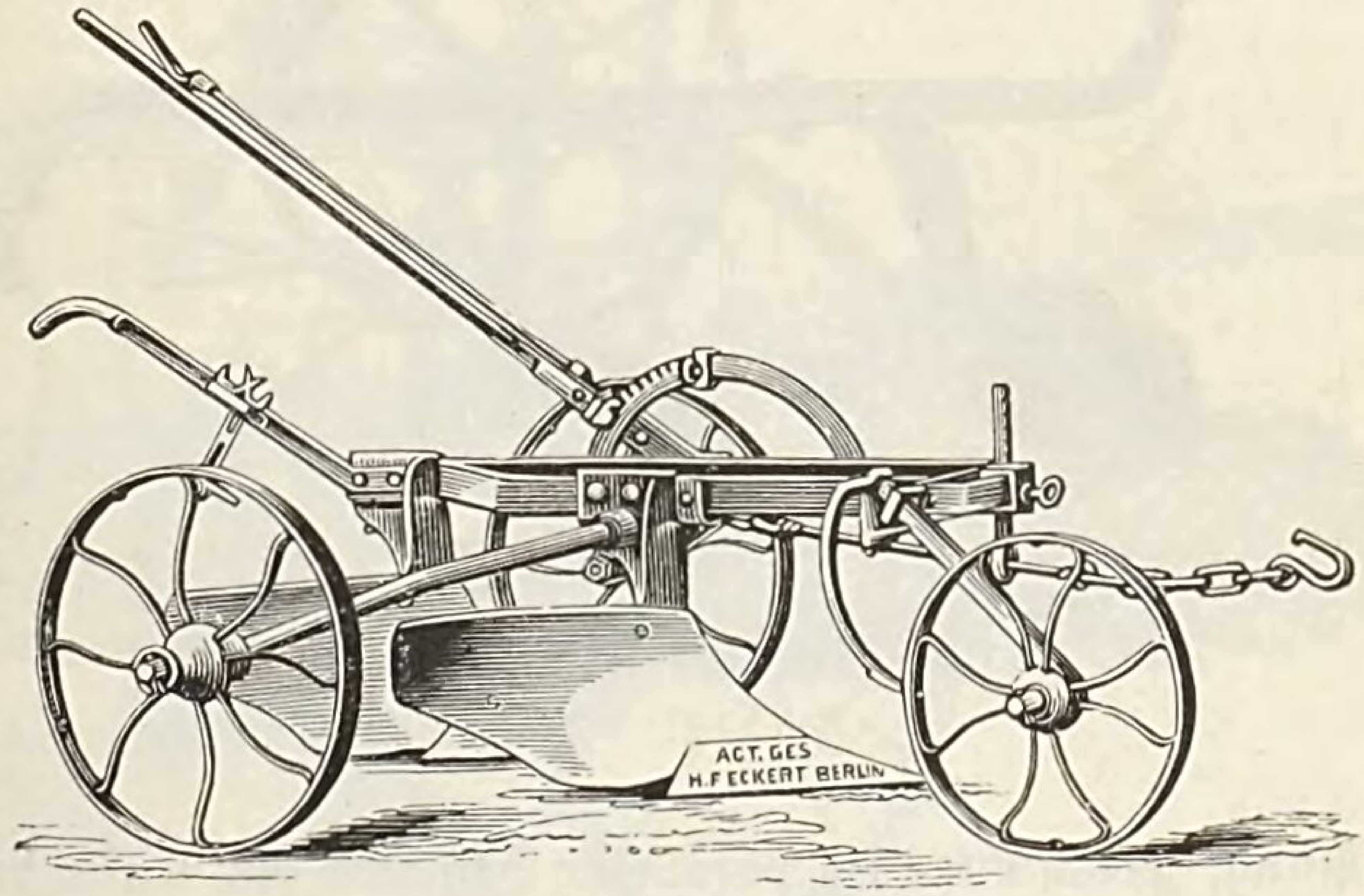


Fig. 126. Amerikaner Doppelpflug von Eckert.

Der hier abgebildete Doppelpflug Marke 2 AS 2 arbeitet in einer Breite von 0.44 Meter und 0.04 bis 0.22 Meter Tiefe; sein Gewicht beträgt ohne Sech 169, mit 2 Sechen 178.25 Kilogramm, der Preis 140 bez. 150 Mark; mit Ruchadlo-Streichbrettern kostet derselbe 10 Mark weniger.

Fig. 127 stellt den Doppelpflug von Ransomes, Sims & Head dar, welcher im Principe mit dem eben besprochenen übereinstimmt. Nur einige Details, wie die Formen der Streichbretter und die Begrenzungsvorrichtung für den Stellhebel, zeigen geringe Abweichungen von diesem. Außer dem hier dargestellten liefert die Ransomes'sche Fabrik noch verschiedene Doppelpflüge, z. B. in der principiellen Anordnung wie der einfache

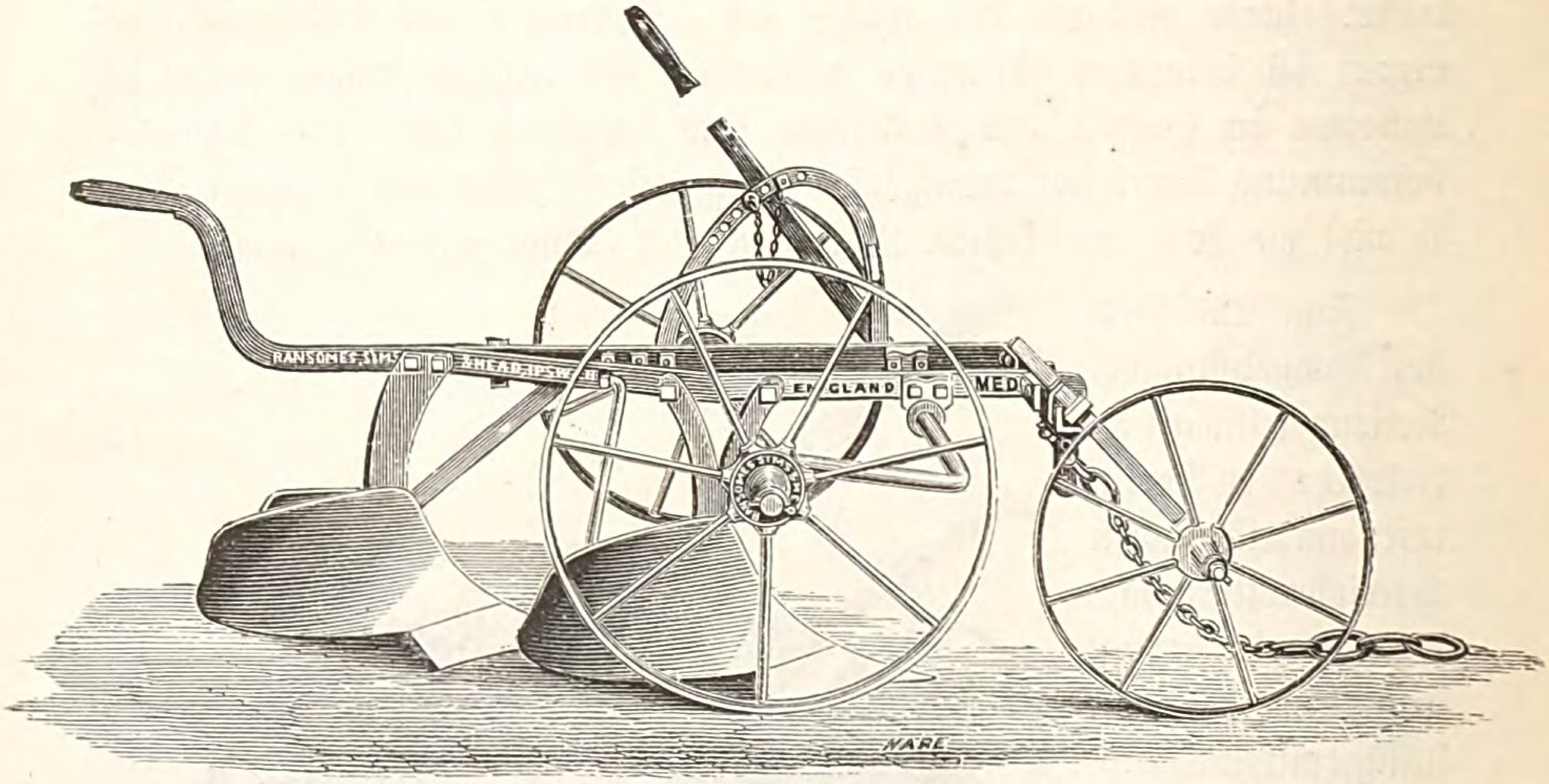


Fig. 127. Doppelpflug von Ransomes.

Pflug, jedoch mit zwei parallelen Bäumen zur Aufnahme der beiden Pflugkörper construirt, mit zwei Vorderrädern und einem Sohlrade. Das vordere Landrad besitzt eine nahezu halbkugelförmige Oberfläche, auf welcher der Pflug beim Wenden rollt. Aehnliche Doppelpflüge fertigt auch die Howard'sche Fabrik; jedoch passen diese speciell für die englischen Verhältnisse, schon wegen der flachwendenden Streichbretter, während für uns mehr die in Fig. 126 und 127 dargestellten Doppelpflüge geeignet sind.

Den Typus der amerikanischen Doppelpflüge zeigt Fig. 128. Derselbe stimmt in der Anordnung des Fuhrwerkes mit dem „Sulky"-Pfluge Fig. 121 (Seite 271) überein; sein Gewicht beträgt in den verschiedenen Ausführungen 250 bis 285 Kilogramm, der Preis p. p. 100 Dollars.

Anmerkung. Bei Gelegenheit der Pariser Weltausstellung 1878 concurrirte ein amerikanischer Doppelpflug dieser Gattung von Deere & Co. in Moline, Illinois mit einem Dombasle'schen Doppelpfluge, welcher mit zwei hölzernen Grindeln und den gewöhnlichen Dombasle'schen Pflugkörpern nach Taf. VIII, Fig. 8 und 9 angeordnet war. Die Vorderräder des letzteren hatten eine gekröpfte Achse, welche mittelst eines Hebels von dem an den Sterzen gehenden Führer eingestellt werden konnte. Die sorgfältig angestellten Messungen auf einem schwach geneigten Terrain lieferten folgende Resultate:

Namen der Fabrikanten.	Furchenrichtung.	Gewicht der Pflüge. Kilogr.	Länge der Furchen. Meter.	Mittlerer Tiefgang. Meter.	Mittlere Arbeitsbreite. Meter.	Mittlerer Arbeitsquerschnitt. Quadrat-decim.	Arbeitsaufwand zum Wenden eines Cubikmeters Boden. Meter-kilogr.	Mittel aus zwei Versuchen. Meter-kilogr.	Geschwindigkeit der Zugthiere pro Secunde. Meter.
Dombasle . . .	abwärts	247	160	0.15	0.68	10.2	4844	4900	0.65
	aufwärts			0.16	0.63	10.1	4956		0.57
Deere	abwärts	260	160	0.16	0.70	11.2	4454	4567	0.63
	aufwärts			0.17	0.71	12.1	4680		0.61

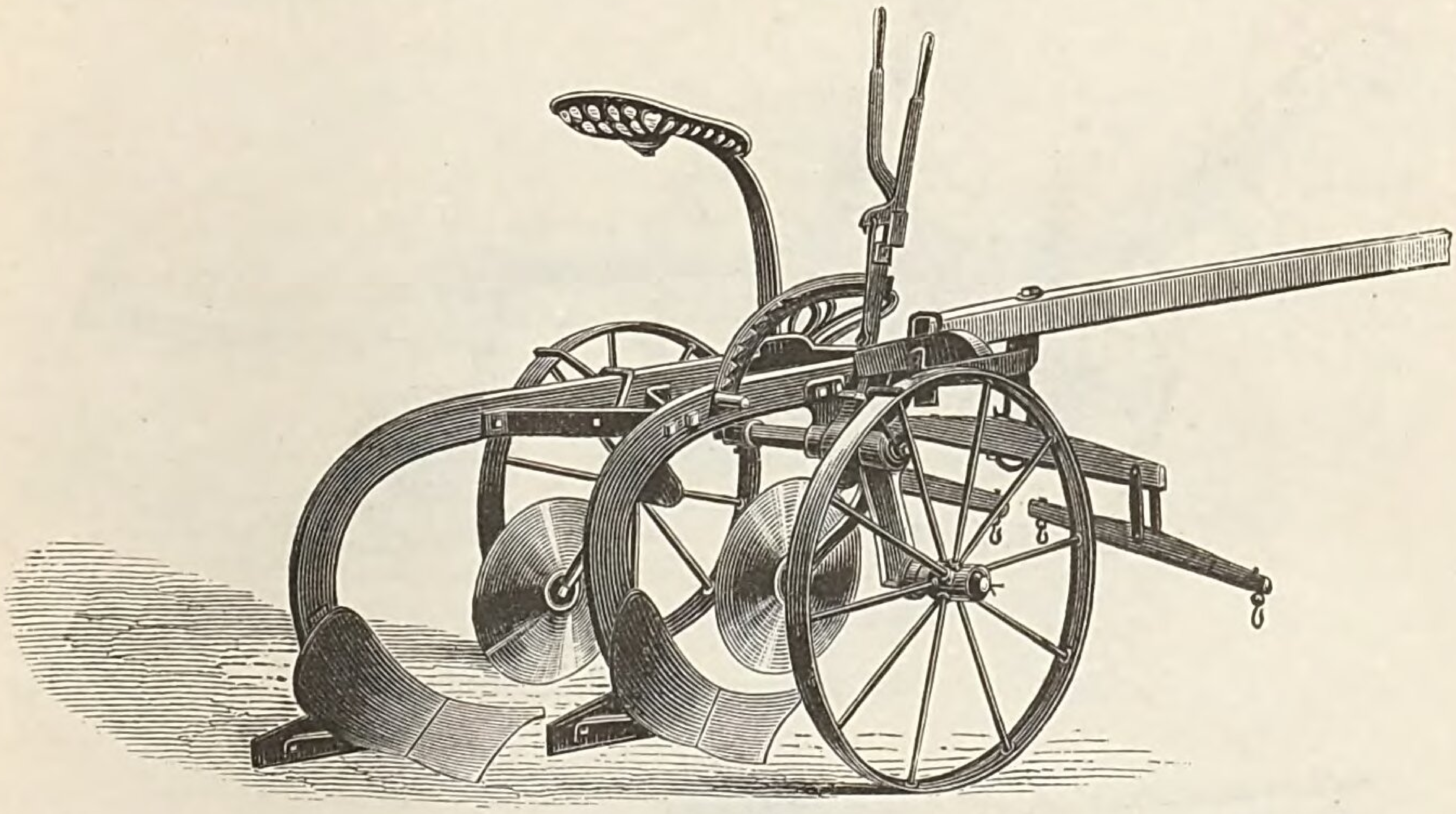


Fig. 128. Amerikanischer Doppelpflug.

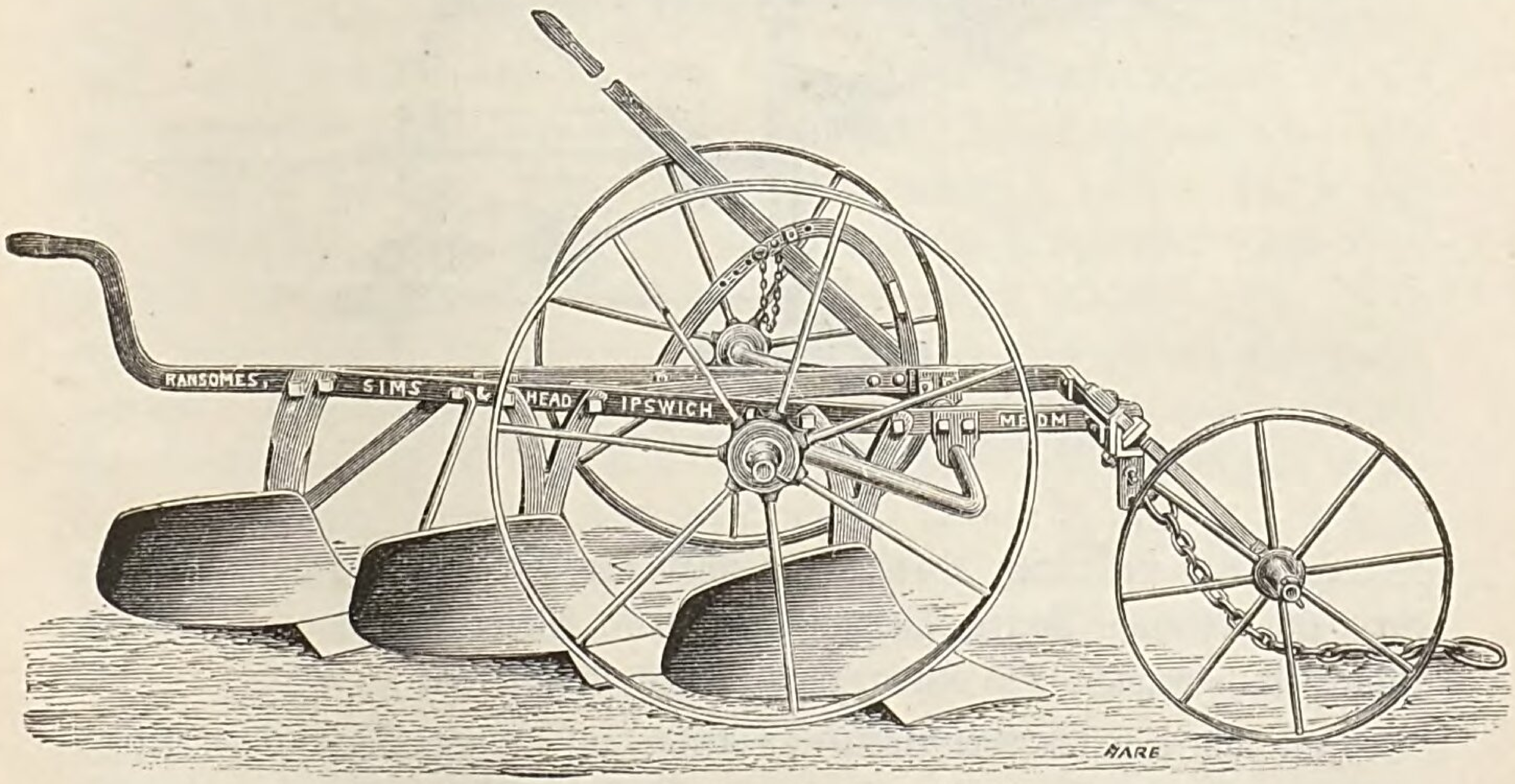


Fig. 129. Dreifurchenpflug von Ransomes.

Jeder der beiden Pflüge war mit den nämlichen 4 Percheron-Pferden bespannt und wurde die Arbeit derselben als gleich vorzüglich anerkannt. Da auch der Arbeitsaufwand nahezu der nämliche war, so waren die Preisrichter nicht in der Lage, sich definitiv zu Gunsten eines der beiden Concurrenten zu entscheiden.

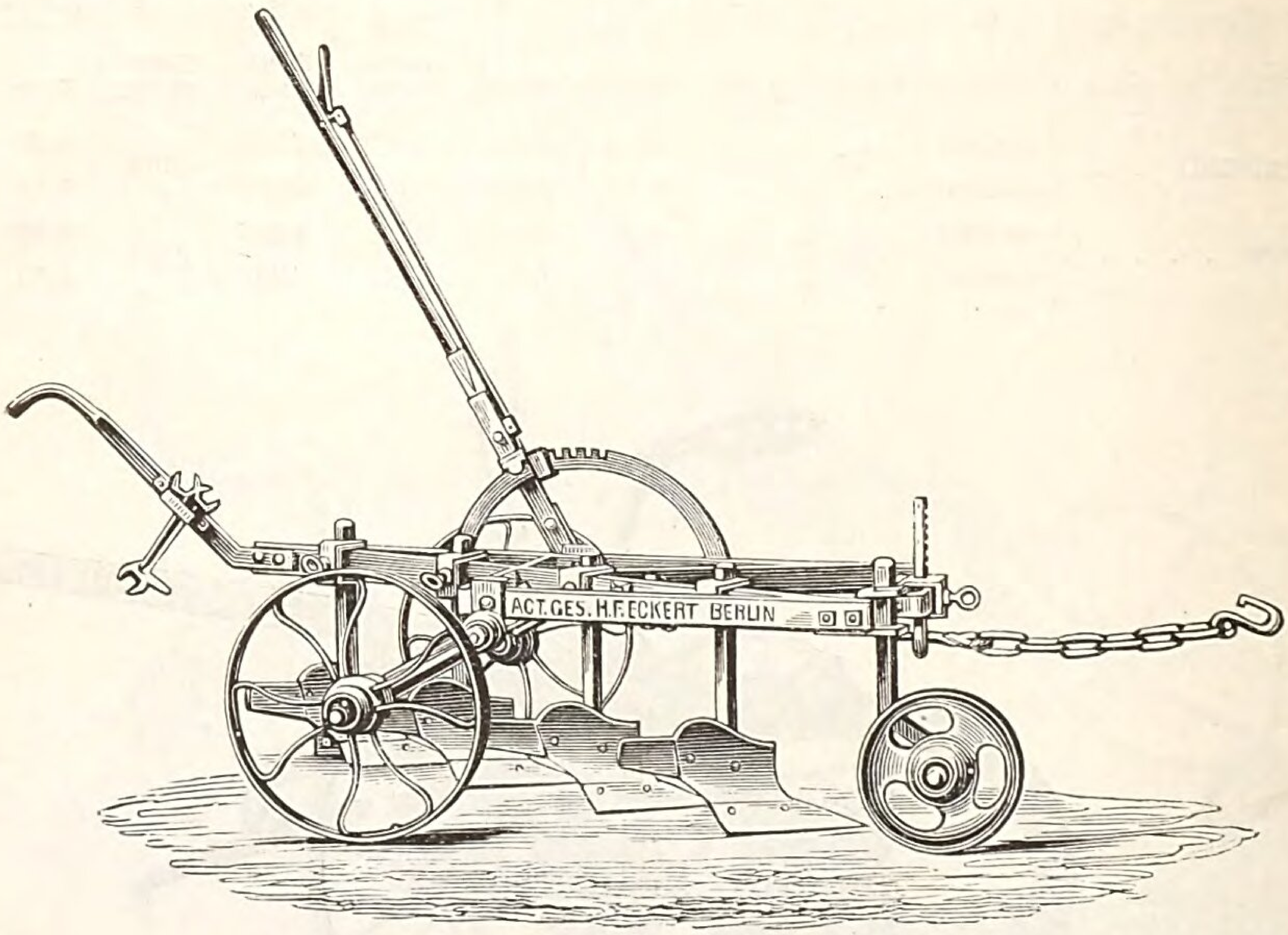


Fig. 130. Schälpflug von Eckert, Seitenansicht.

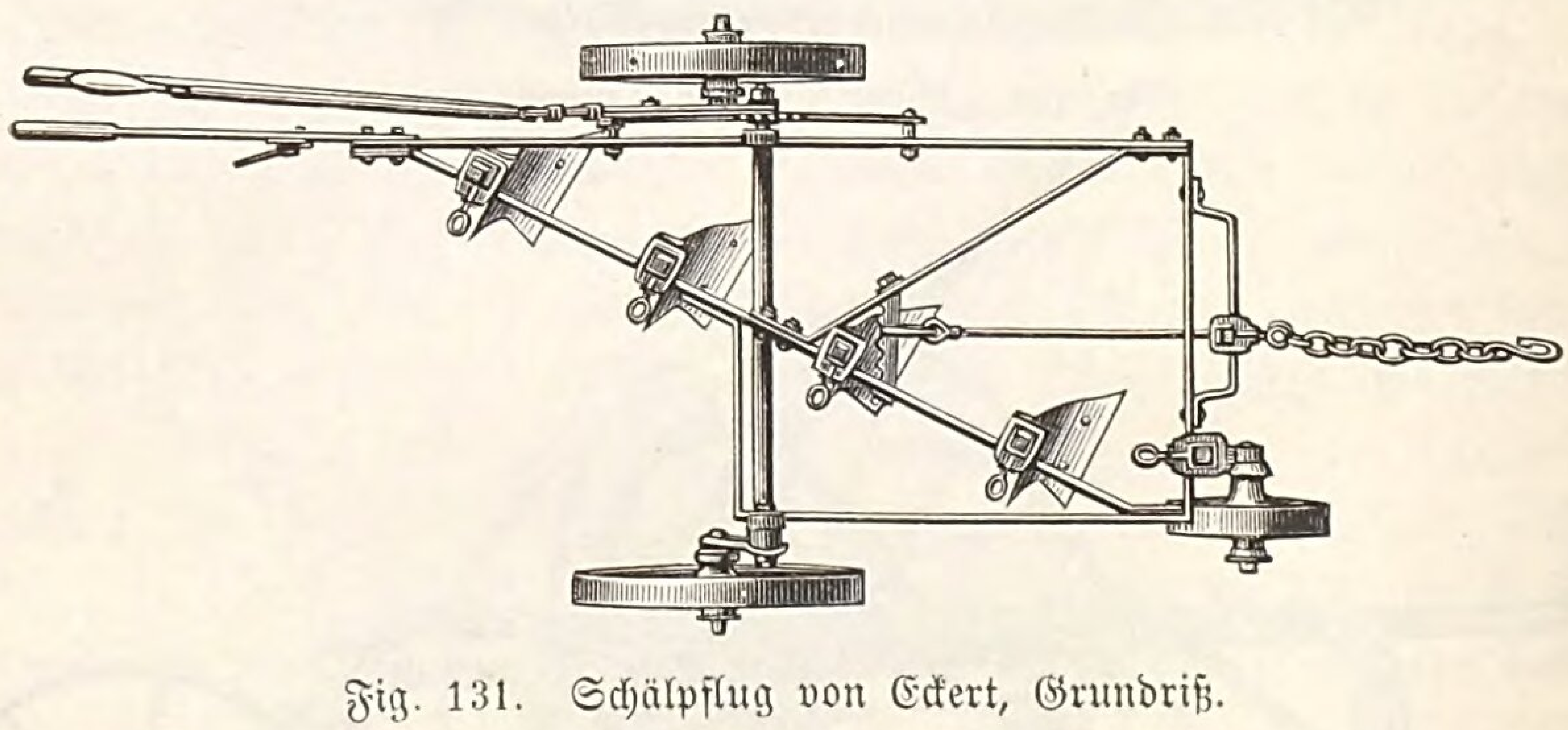


Fig. 131. Schälpflug von Eckert, Grundriß.

Fig. 129 stellt den Ransomes'schen Dreifurchenpflug dar, welcher für 0.05 bis 0.18 Meter Tiefgang und 0.76 Meter Arbeitsbreite eingerichtet ist. Gewicht 275 Kilogramm, Preis 12 Pf. St.

Die zum Schälen verunkrauteter Aecker auf geringe Tiefe (0.04 Meter) und zum Unterbringen der Saat verwendeten Pflüge können mit vier

Körpern versehen werden und genügt hierbei eine Zugkraft von 2 Pferden oder Ochsen. Der vorzüglichste Schäl- und Saatpflug dieser Gattung, von Eckert in Berlin, ist in Fig. 130 und 131 in der Seitenansicht und dem Grundrisse dargestellt. Die vier Schälschare, deren jedes aus einem kleinen, vollständigen Pflugkörper besteht, sind mit quadratischen Stielen versehen und in dem Diagonalbalken eines starken schmiedeeisernen Gestelles derartig befestigt, daß sie nach erfolgter Abnutzung wieder auf die gleiche Tiefe eingestellt werden können. Die Räder sind ebenso wie bei den eben besprochenen Zwei- und Dreifurchenpflügen angeordnet.

Mit diesem Pfluge werden die Narben in schmalen Streifen ganz flach abgeschält, alsdann durch wiederholtes Eggen bei trocknem Wetter von der Erde befreit und nachdem sie abgetrocknet sind, zur vollen Tiefe untergepflügt. Beim Schälen ergiebt sich eine Durchschnittsleistung von 1.2 bis 1.5 Hektar pro Tag.

Der Pflug besitzt eine Arbeitsbreite von 0.60 Meter; sein Gewicht beträgt mit Stahlstreichbrettern 137 Kilogramm, der Preis 120 Mark. Für milden und steinfreien Boden genügen übrigens gußeiserne Streichbretter, mit denen das Geräth nur 105 Mark kostet. Für schwersten Boden wird das Geräth in neuester Zeit noch erheblich stärker ausgeführt; sein Gewicht beträgt in diesem Falle 170 Kilogramm, der Preis mit Stahlstreichbrettern 140 Mark.

β) Kehrpflüge.

Die Kehrpflüge (Wechselpflüge, Gebirgspflüge) müssen, da sie die Aufgabe haben, unmittelbar Furche an Furche zu pflügen, derartig eingerichtet sein, daß die Wendung des Erdstreifens sowohl nach der rechten als auch nach der linken Seite erfolgen kann. Die einfachste Methode, dieses zu ermöglichen, ist die bei den Schweizer Pflügen häufig angewendete, nach der dem Pfluge ein zweites Streichbrett beigefügt wird, welches für die entgegengesetzte Richtung des ersten in dem Pflugkörper eingehängt werden kann, während das Schar um 180 Grad gedreht wird. Das nicht functionirende Streichbrett wird über dem Grindel mittelst Klammern befestigt. Verwendet man dagegen nur ein Streichbrett, welches sowohl für die Arbeit nach der rechten wie nach der linken Seite eingestellt wird, so kann dasselbe niemals eine vollkommene Arbeit liefern, da es weit mehr mit Rücksicht auf die Möglichkeit der Arbeit nach beiden Richtungen als auf die vortheilhafteste Leistung angeordnet sein muß. Trotzdem finden Kehrpflüge mit einem Streichbrette die meiste Verwendung, was wohl hauptsächlich ihrer Einfachheit und Billigkeit zuzuschreiben ist. Namentlich haben die amerikanischen Kehrpflüge mit einem drehbaren Streichbrette

vielfache Anwendung gefunden und zeigt Fig. 132 eine neuere Anordnung derselben, von der Ames Plow Co. zu Boston, Massachusetts. Das eigenthümlich geformte Streichbrett kann nach Lösung des Befestigungshakens und Anhebung der Sterzen derartig um die Sohle herumgewendet werden, daß es die symmetrische Stellung auf der linken Seite annimmt. Das Sech wird mittelst des auf der oberen Fläche des Grindels angebrachten Hebels für den beiderseitigen Furchenschnitt eingestellt. Der hier gezeichnete Pflug arbeitet in 0.12 bis 0.20 Meter Tiefe und 0.25 bis 0.38 Meter Breite; er kostet in Amerika 18 bis 20 Dollars. Bei den meisten Kehrpflügen dieser Gattung ist übrigens die Furchenbreite nicht viel größer als die Tiefe, z. B. bei den älteren, bei uns zumeist üblichen Constructionen 0.12 Meter Tiefe und 0.14 Meter Breite.

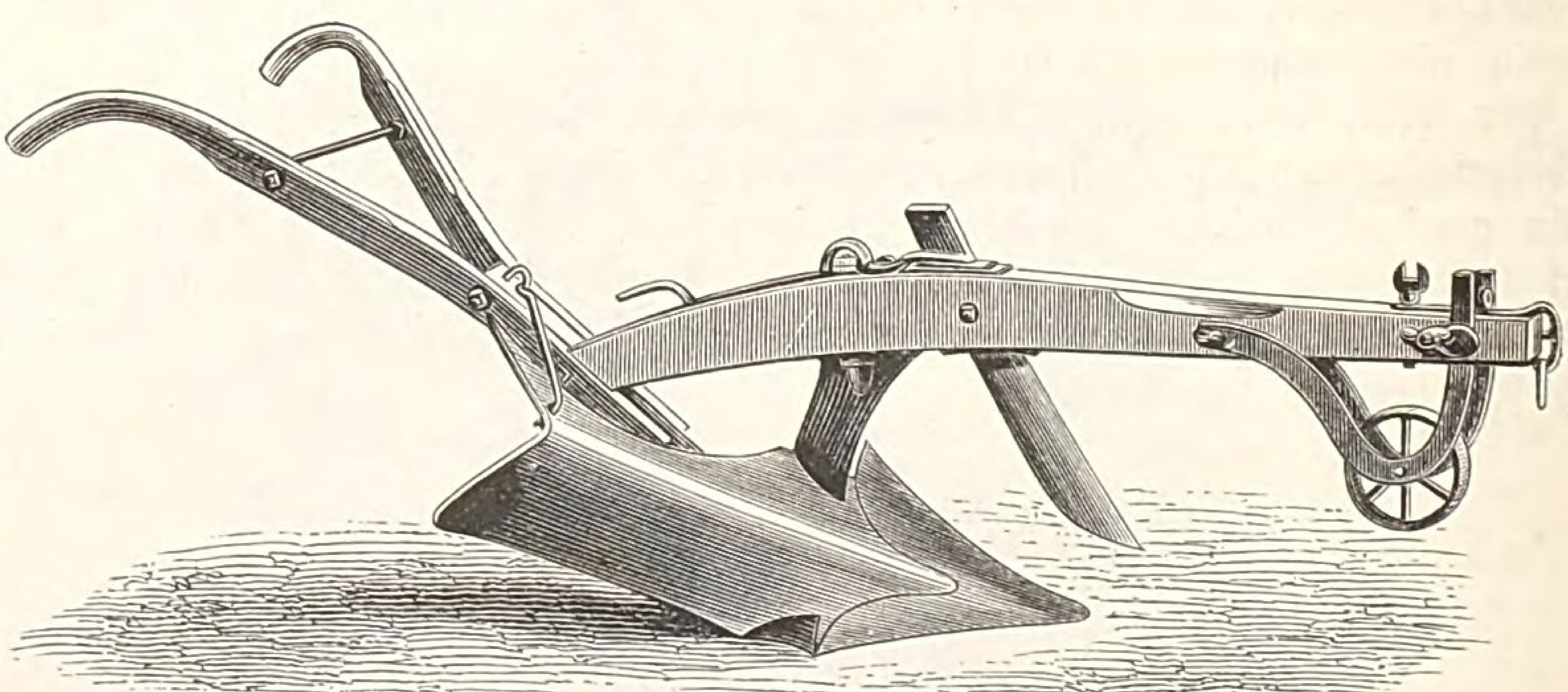


Fig. 132. Amerikanischer Kehrpflug.

Während bei diesem Pfluge mit steilwendendem Streichbrette die Umlegung desselben mittelst Drehung um eine horizontale Welle erfolgt, richtet man Kehrpflüge nach der Ruchadloform derartig ein, daß das Streichbrett um eine verticale Spindel gewendet werden kann. Fig. 133 zeigt diesen namentlich in Böhmen und dem Königreiche Sachsen angewendeten Kehrruchadlo, welcher auf leichtem Boden eine recht zufriedenstellende Arbeit liefert.

Die zur Zeit beliebtesten Kehrpflüge mit zwei Streichbrettern sind derartig angeordnet, daß beide Pflugkörper diametral gegenüber stehen, so daß, während der eine Körper arbeitet, der andere mit der Sohle nach oben gerichtet ist. Diese Gattung ist unter dem Namen „brabant double“ in Frankreich ganz allgemein verbreitet und wird oft in colossalen Dimensionen, für einen Tiefgang bis 0.50 Meter bei 300 Kilogramm Schwere ausgeführt. Bei derselben ist der Grindel mit den beiden Körpern

drehbar und zu diesem Zwecke in einem galgenartigen Gerüst der Karre gelagert.[1])

In neuester Zeit werden Kehrpflüge nach diesem Systeme auch von den renommirten deutschen Fabriken (Sack, Eckert, Meyer & Holzach)

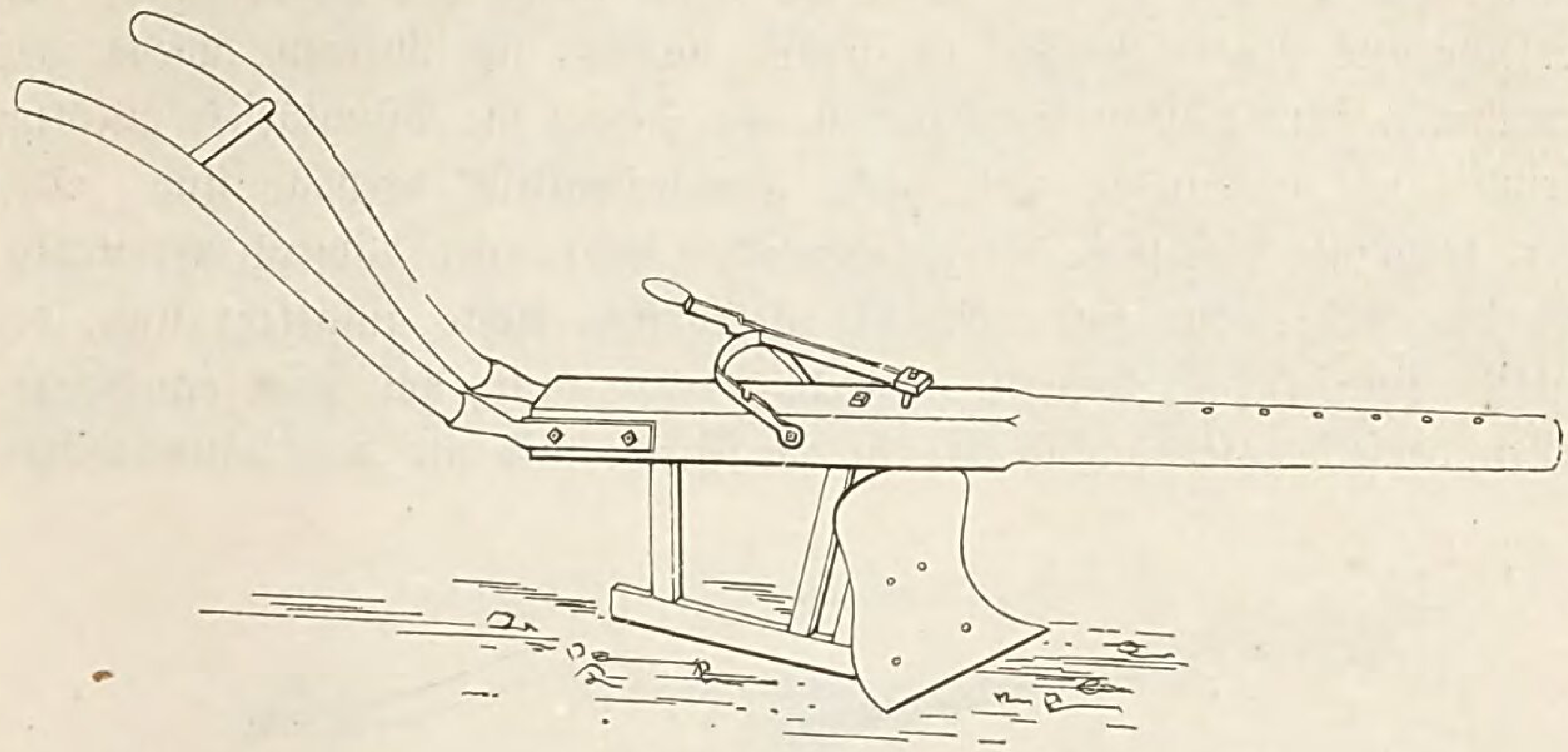


Fig. 133. Kehrruchadlo.

gefertigt, jedoch von den französischen in so fern abweichend, als der Grindel fest steht und nur der doppelte Pflugkörper umgewendet werden kann. Als Beispiel kann der in Fig. 134 dargestellte Kehrpflug von

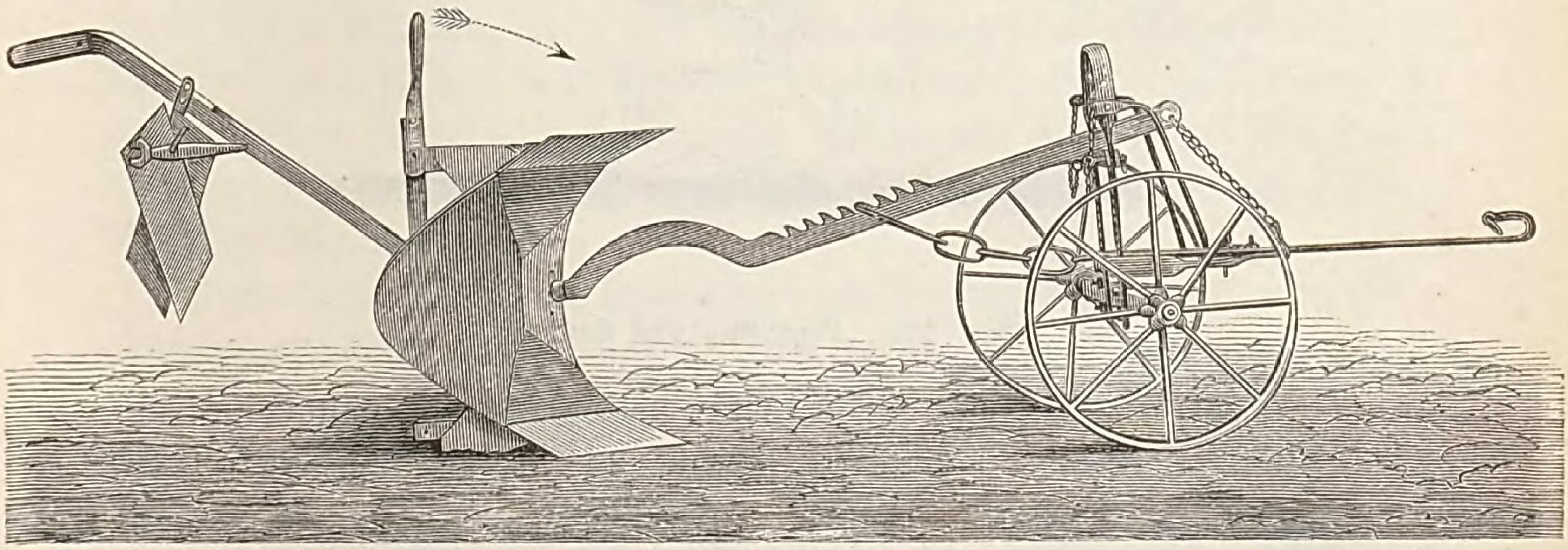


Fig. 134. Kehrpflug von Meyer & Holzach.

Meyer & Holzach in Eutritzsch bei Leipzig dienen. Die Feststellung des Pflugkörpers für die Arbeit erfolgt durch einen Hebel, welcher, in

1) Abbildungen dieser brabant-double-Pflüge in meiner Schrift: Die landwirthschaftlichen Maschinen und Geräthe auf der Weltausstellung zu Paris 1867, Seite 24; Berlin 1877 und bei Hervé Mangon a. a. O. Seite 498 und Taf. IX.

der Pfeilrichtung nach vorwärts gestoßen, eine Drehung des Pflugkörpers um seine Mittelachse gestattet, nach hinten gezogen, denselben festklemmt. Die Karrenräder müssen natürlich den gleichen Durchmesser haben, wobei ein Schiefstellen der Achse nicht zu vermeiden ist, da ein Rad in der Furche läuft. Die neueste Sack'sche Anordnung des Kehrpfluges, den derselbe auch Zwillingspflug nennt, schließt sich übrigens wieder der erwähnten französischen Construction an, indem die Pflugkörper mit dem Grindel fest verbunden und beide gemeinschaftlich drehbar sind. Der eben erwähnte Nachtheil der gewöhnlichen Karre wird dadurch vermieden, daß die Räder auf einer doppelt gekröpften Achse aufgesetzt sind, die mittelst eines Hebels derartig gedreht werden kann, daß ohne ein Schiefstellen derselben jedes Rad bez. in der Furche und auf dem Lande laufen

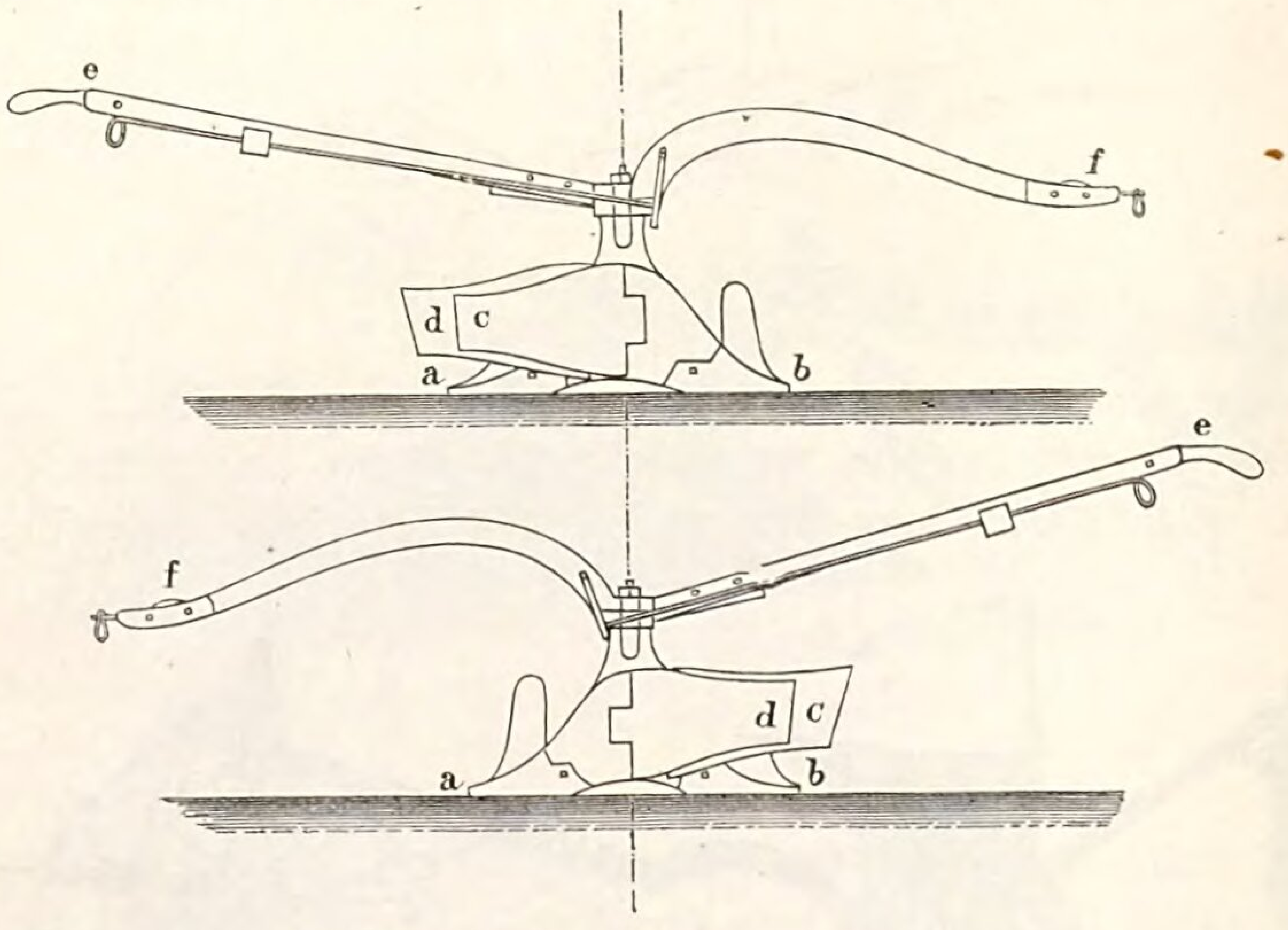


Fig. 135. Kehrpflug von Speer.

kann. Das Gewicht dieses für 0.13 bis 0.26 Meter Tiefgang eingerichteten Pfluges beträgt mit allem Zubehör 112 Kilogramm, der Preis 115 Mark.

Neben diesen viel verbreiteten Kehrpflügen tauchen fast alljährlich neue Constructionen auf, welche in der Regel zuerst allgemeinen Beifall finden, bald jedoch wieder in Vergessenheit gerathen. Die bekanntesten derselben sind der in letzter Zeit oft genannte Skelton'sche Kehrpflug, ein etwas complicirter Apparat, um zwei auf den beiden Seiten des Pflugkörpers angebrachte Streichbretter abwechselnd für den Betrieb einzustellen bez. derartig zurückzuziehen, daß das unbenutzte die Arbeit des anderen Streichbrettes nicht hindert. Gleichzeitig wird auch das Schar für das betreffende

Streichbrett eingestellt.[1]) Ferner der durch die Philadelphia'er Weltausstellung bekannt gewordene Speer'sche Kehrpflug, dessen Princip aus der Skizze Fig. 135 ersichtlich wird[2]). Die Zeichnung zeigt beide Stellungen; der Wechsel erfolgt durch Drehung des Grindels e f um den Mittelzapfen und Feststellung desselben mittelst einer durch eine Zugstange bewegten Klammer. Die Drehung des Grindels an den Furchenenden bewirken die Zugthiere selbst nach Lösung der Klammer. a und b sind die beiden Schare, c und d die in einem Charnier am Pflugkörper drehbaren Streichbretter. Nach der Drehung des Grindels schlägt der Arbeiter die Streichbretter mit dem Fuße in die entgegengesetzte Stellung, wodurch der Pflug wieder für die Arbeit eingestellt ist.

II. Classe: Pflüge zum Lockern.

Untergrundpflüge.

Untergrundpflüge, Wühlpflüge oder Mineurpflüge haben die Aufgabe, nach der Arbeit des gewöhnlichen, etwa 0.15 bis 0.20 Meter tief arbeitenden Pfluges die Sohle auf weitere 0.20 bis 0.25 Meter zu lockern, ohne den hierbei erfaßten Boden heraufzubringen. Sie werden angewendet, wenn eine Vertiefung des Bodens erwünscht ist, um den Pflanzenwurzeln einen größeren Raum zu gewähren und die Feuchtigkeit im Boden zu erhalten, wenn aber ein Heraufbringen der tieferen Schichten aus mancherlei Gründen, z. B. wegen Mangel an hinreichendem Dünger, nicht zulässig erscheint. Andernfalls würde der Rajolpflug oder das „Spaten", d. h. ein Aufgraben des Bodens nach dem Pflügen mit Hülfe des Spatens, angezeigt sein.

Steht eine hinlängliche Spannkraft zur Verfügung, so kann man den Untergrundwühler unmittelbar mit dem gewöhnlichen Pfluge combiniren, indem man entweder dem Pflugkörper ein oder mehrere Wühlschare folgen läßt, wie dies bereits Seite 276 als Horsky'sche Anordnung erwähnt wurde, oder man benutzt das Gestell des Doppelpfluges, dessen rechts befindlicher Pflugkörper durch ein Untergrundschar ersetzt wird. Dasselbe ist vor dem zweiten Pflugkörper angebracht, welcher die aufgelockerte Furche unmittelbar wieder mit dem neuen Furchenschnitte überdeckt, so

---

1) Abbildung und Beschreibung des Skelton'schen Kehrpfluges in vielen neueren Schriften, u. a. in meinem bereits erwähnten Berichte über die Pariser Ausstellung 1867, Seite 18.

2) Genauere Zeichnungen des Speer'schen Kehrpfluges giebt mein Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia 1876: Die landwirthschaftlichen Maschinen und Geräthe Seite 70; Wien 1877.

daß der geackerte Boden nicht mehr von den Zugthieren betreten wird. Bei schwerem und steinigem Terrain kostet diese Methode jedoch eine so beträchtliche Zugkraft, daß dieselbe nur angewendet werden kann, wenn besonders kräftige Pferde zur Verfügung stehen. Diese Art von Untergrundpflügen wird meines Wissens ausschließlich in England angewendet.

Als Muster eines guten Untergrundpfluges zur Arbeit in der Pflugfurche kann der auf Taf. X Fig. 4 bis 7 gezeichnete amerikanische Mineurpflug bezeichnet werden. Der Körper ist aus Gußeisen gefertigt; das an der Oberfläche gewölbte Schar g, in Amerika gewöhnlich aus Hartguß hergestellt, ist zweischneidig mit je 0.25 Meter breiten Schnittflächen. Dasselbe und in gleicher Weise die Sohle ist mit dem Hauptkörper durch Schrauben verbunden. Ueber der Sohle sind an beiden Seiten des plattenförmigen Körpers geneigte, 0.05 Meter breite Schienen h angebracht, welche eine vorzügliche Lockerung des von dem Schar aufgenommenen Bodens bewirken. Am Pflugkopfe befinden sich Regulator und Stelzrad; letzteres fehlt jedoch in der amerikanischen Originalausführung zuweilen.

Der Eckert'sche Untergrundpflug ist nach derselben Construction ausgeführt; jedoch wird vor dem Schar ein Meißel (vergl. Seite 252) angebracht und der Grindel aus I Eisen gefertigt. Derselbe geht mit einer starken Biegung in die Griessäule über und ist hier mit einer zweiten I Schiene verstärkt. Erforderliche Zugkraft je nach der Bodenart und dem Tiefgange 2 bis 4 Pferde, Gewicht 73 Kilogramm, Preis 44 Mark.

Aeltere Untergrundpflüge sind der Pietzpuhler Wühler, construirt von v. Wulffen, ein in Norddeutschland viel verbreitetes Geräth mit zwei Griessäulen, von denen die vordere, aus Schmiedeeisen gefertigte, concav (in der Fahrrichtung) gebogen ist, während die hintere oft aus hartem Holze besteht. Beide halten unten die Sohle und sind oben mit dem Grindel verschraubt. Das Schar ist lanzettförmig; hinter demselben folgt ein schwach ansteigendes Brett zwischen beiden Griessäulen, welches mit der Sohle die beiden Flächen eines Keiles bildet. Vorn befindet sich in der Regel eine Stelze. Aehnlich ist der in Hohenheim und von Anton Burg in Wien gefertigte Untergrundpflug (in Hohenheim Möhl'scher Untergrundpflug genannt); jedoch fehlt die zur Lockerung des Bodens dienende schräge Platte des amerikanischen und Pietzpuhler Gerätheś. Fig. 136 giebt die Seitenansicht und den Grundriß des Hohenheimer Untergrundpfluges. Auch der in Oesterreich viel benutzte Kleyle'sche Untergrundpflug, sehr ähnlich den vorhergehenden, jedoch für schwere Arbeit bestimmt (erstere dienen nur für die Tieflockerung leichter Böden), besitzt die beiden keilförmig aufsteigenden Flächen und überdies ein an der Stirnseite der concaven Griessäule unmittelbar befestigtes Sech, welches ein leichtes

Eindringen des Geräthes in schweren bindigen Boden ermöglicht. Derselbe wird entweder mit gußeisernem oder schmiedeeisernem Körper gefertigt; sein Gewicht beträgt im ersteren Falle 62, im zweiten 50 Kilogramm, die Preise bei A. Burg in Wien 40 bez. 45 Gulden ö. W. Ferner ist noch der in früherer Zeit vielfach benutzte Read'sche Untergrundpflug, auf vier Rädern montirt, zu erwähnen, welcher für schweren und steinigen Boden häufig verwendet wurde. Das Schar ist an einem schmiedeeisernen Stiele verschiebbar und besteht aus einer flachen Schneide, welche in der Mitte ein scharfes, kolterartig wirkendes Messer trägt. Letzteres ist sowohl mit dem Schar wie mit dem Stiele desselben verbunden.[1])

In neuester Zeit construirte endlich Herr Susta in Wittingau (Böhmen) einen sehr einfachen Tiefpflug mit scharfer Griessäule und ganz

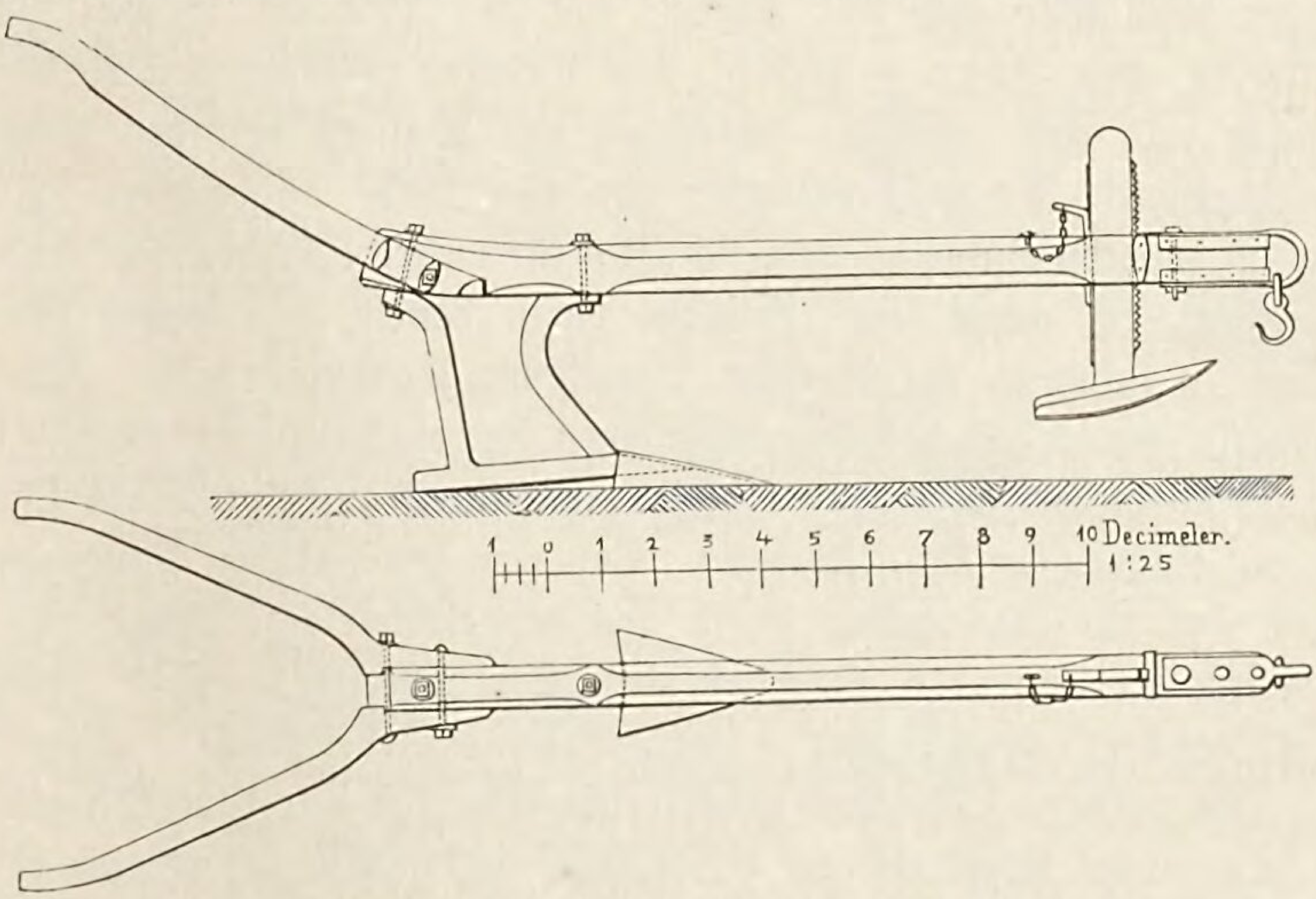


Fig. 136. Hohenheimer Untergrundpflug.

kurzem, ruchadloartigem Streichbrette, der bei geringer Zugkraft eine sehr energische Durchlockerung des Bodens bewirkt.[2])

In früherer Zeit wendete man zum Aufreißen des Bodens auf größere Tiefen, namentlich zum Ziehen von Entwässerungsgräben und zum Erstellen der Draingräben, ebenfalls Geräthe nach Art der Untergrundpflüge

1) In der älteren Auflage dieser Schrift gab ich eine genaue Zeichnung des Read'schen Untergrundpfluges; da ich denselben jedoch seit 15 Jahren nirgends mehr angetroffen habe, so muß ich annehmen, daß er in neuerer Zeit kaum mehr Verwendung findet. Die englischen Fabriken, welche ihn ursprünglich fertigten (Croskill und die Reading Iron Works), führen ihn in ihren Katalogen auch nicht mehr auf.

2) Abbildung und Beschreibung desselben im Oesterreichischen landwirthschaftlichen Wochenblatte, Nr. 39, Jahrgang 1877.

an. Letztere führten den Namen Drainpflüge und existirte eine große Anzahl derselben, die jedoch zur Zeit gänzlich außer Anwendung gekommen sind, so daß eine Beschreibung derselben nicht mehr am Platze ist.[1]

III. Classe: Pflüge zum Häufeln.

Der Häufelpflug wird zur Herstellung von Kämmen verwendet, auf welchen oder in deren Furchen Pflanzen angebaut werden; ferner zum Ziehen von Rinnen zur Ableitung des Tagewassers, sog. Wasserfurchen, und zum Anhäufeln der Erde an Reihenpflanzungen, namentlich der Kartoffeln und der Rüben, um den Pflanzen frischen Boden zuzuführen, den Boden zu lockern, das Unkraut zwischen den Reihen zu vertilgen und eine gesicherte Ableitung des Wassers von den Kämmen zu ermöglichen. Er wird entweder für eine Reihe angeordnet (Häufelpflug im engeren Sinne) oder gleichzeitig für mehrere Reihen; im letzteren Falle führt er, wenn seine Aufgabe darin besteht, den Boden für die Aussaat in Kämmen vorzubreiten, den Namen Kammformer. Für das Anhäufeln der im Wachsthume begriffenen Reihenpflanzungen benutzt man vielfach die in der Folge (sub f dieses Abschnittes) zu besprechende Pferdehacke mit eingesetzten Häufelkörpern. Von dem gewöhnlichen Pfluge unterscheidet sich der Häufelpflug durch das doppeltschneidige Schar und die an diesem beiderseits anschließenden Streichbretter, welche entweder für unveränderliche oder veränderliche Arbeitsbreite angeordnet sind. Im ersteren Falle sind die Streichbretter fest mit dem Pflugkörper, und zwar in der Regel mit der Griessäule, verbunden; im letzteren erfolgt die Verbindung mittelst Charniere und Stellschienen zwischen den beiden Streichbrettern. Fig. 137 führt ein gutes Muster des Häufelpfluges letzerer Gattung in Seitenansicht und Grundriß vor. Der Pflugkörper ist mit einer „Brust" c versehen, an welcher sich die Streichbretter anschließen. Die Verstellung derselben erfolgt mittelst der an der hinteren Griessäule angebrachten Schiene a, welche mit einer Anzahl von Löchern versehen ist und der an den Innenflächen der Streichbretter befestigten Haken b.

In der hier dargestellten Dombasle'schen Construction arbeitet der Häufler in einer Tiefe von 0.12 bis 0.18 Meter und 0.30 bis 0.55 Meter Breite; für leichten Boden genügt 1 Pferd, für mittleren sind deren 2 erforderlich. Gewicht (als Schwingpflug) 66 Kilogramm, Preis 75 Frcs.

1) Die vollständigste Beschreibung der Drainpflüge giebt Barral in seinem Werke: Drainage des terres arables, Band I und II; Paris 1862.

Der speciell zum Anhäufeln der Kartoffelreihen bestimmte Häufelpflug wird bei uns in der Regel erheblich leichter (etwa 35 Kilogramm), im Uebrigen aber in der nämlichen Construction hergestellt. Zur geradlinigen Führung dient fast allgemein eine Stelze oder ein Stelzrad.

Die Kammformer besitzen einen, gewöhnlich unter dem Grindel eines gewöhnlichen Pfluggestelles befestigten Rahmen, in welchem in der Mitte ein und an jedem Ende ein halber, nach Innen streichender Häufelkörper angebracht ist. Letztere können in dem Rahmen seitlich verschoben werden, um die Kämme in verschiedener Entfernung zu erstellen. Um einen sicheren Anschluß an die Nachbarreihen zu erzielen, versieht man das Geräth entweder mit einem Vordergestell oder mit einem Markirstifte, welcher parallel der Fahrrichtung und in dem Abstande der Kämme eine

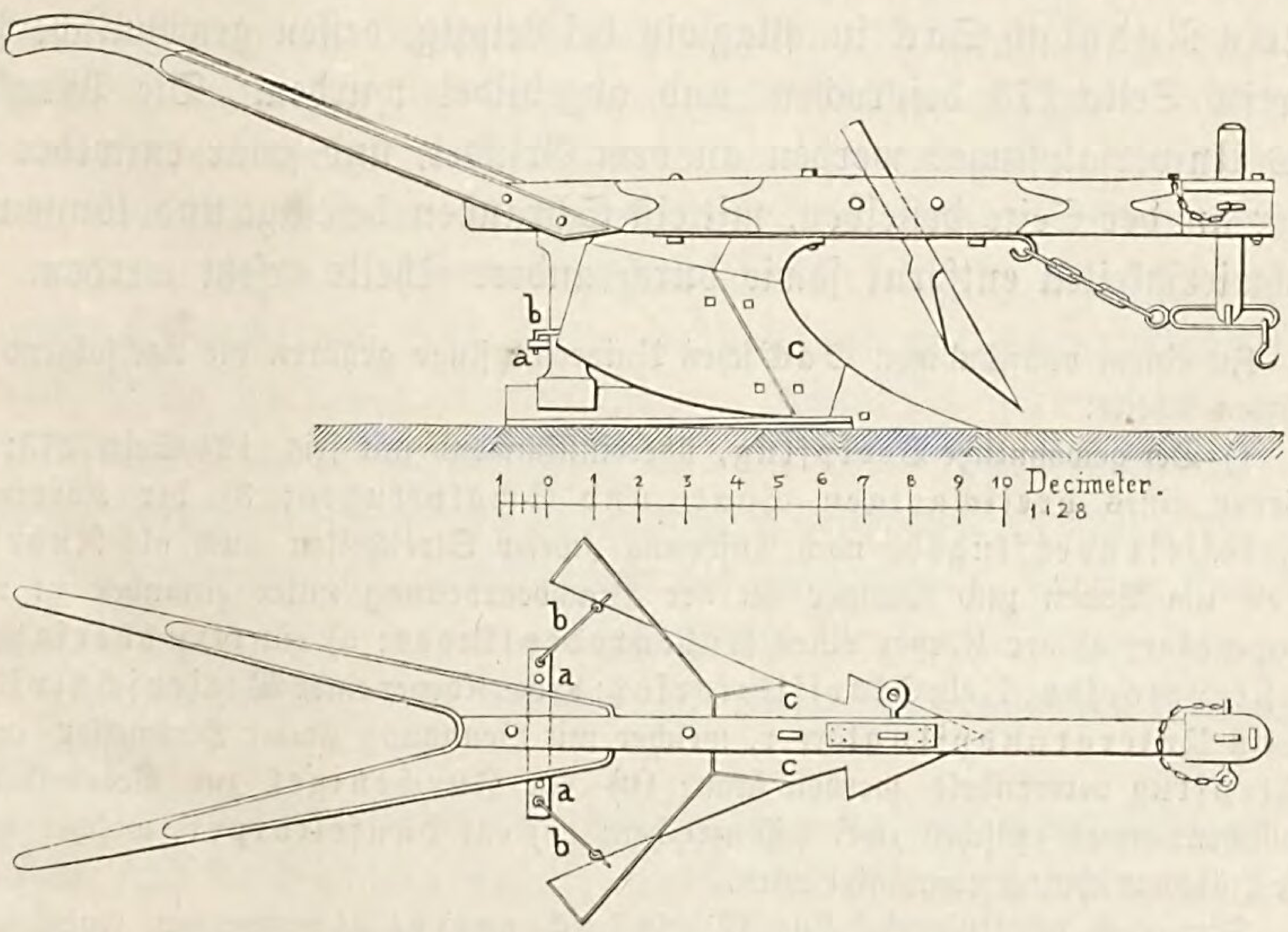


Fig. 137. Häufelpflug von Dombasle.

kleine Furche zieht, die bei der folgenden Tour als Richtungslinie benutzt wird. In der Hohenheimer Ausführung beträgt das Gewicht dieses Kammformers 55 Kilogramm, der Preis 60 Mark.

IV. Classe: Universalpflüge.

Unter einem Universalpfluge versteht man einen Pflug, welcher mit den entsprechenden Armaturen versehen ist, um verschiedenen Zwecken, z. B. zum Wenden des Bodens, Lockern des Untergrundes, Häufeln, Jäten, Ausheben von Kartoffeln und Rüben u. s. w. zu dienen. Es müssen demselben die diesen Aufgaben entsprechenden verschiedenen Körper beigegeben werden,

welche ohne Schwierigkeit mit den permanent bleibenden Theilen des Pfluges, dem Baume mit den Sterzen, zu vereinigen sind; auch ist es erforderlich, den Universalpflug derartig einzurichten, daß er je nach Bedarf mit einer Karre, einem einzigen Unterstützungsrade oder ohne Unterstützung, d. h. als Schwingpflug, arbeiten kann. Die Universalpflüge empfehlen sich namentlich für kleine und mittlere Wirthschaften; der Großbetrieb wird zumeist für die verschiedene Zwecke besondere Geräthe verwenden. Es kommen jedoch auch Fälle vor, wo es für diesen empfehlenswerth ist, auswechselbare Körper an dem Pfluge anzubringen, z. B. wenn dieselben nur kurze Zeit hindurch und in einer Periode in Verwendung sind, in welcher ein Theil der gewöhnlichen Beetpflüge disponibel ist.

Das Verdienst der Ausbildung dieser Gattung von Pflügen gebührt Herrn Rudolph Sack in Plagwitz bei Leipzig, dessen gewöhnliche Pflüge bereits Seite 273 besprochen und abgebildet wurden. Die Pflugkörper des Universalpfluges werden an dem Grindel, und zwar entweder unten oder an der Seite desselben, mittelst Schrauben befestigt und können ohne Schwierigkeiten entfernt sowie durch andere Theile ersetzt werden.

Zu einem vollständigen Sack'schen Universalpfluge gehören die nachfolgend aufgeführten Theile:

1) Der gewöhnliche Beetpflug, übereinstimmend mit Fig. 124 Seite 273; 2) der Körper eines dreischarigen Saat- und Schälpfluges; 3) der Körper eines Kartoffelrodepfluges, nach Ansetzung zweier Streicheisen auch als Ruhrhaken, z. B. um Boden und Dünger bei der Brachbearbeitung unter einander zu mischen, verwendbar; 4) der Körper eines Rübenrodepfluges; 5) ein Grubbersatz; 6) ein Exstirpatorsatz; 7) ein Skarifikatorsatz; 8) der Körper eines Wiesenschälpfluges; 9) ein Untergrundpflugkörper, welcher mit Benutzung zweier Hackmesser in einen Jätepflug verwandelt werden kann; 10) ein Furchenigel zur Bearbeitung des Zwischenraumes zwischen zwei Pflanzreihen; 11) ein Häufelkörper, welcher auch mit der Jätevorrichtung combinirt wird.

Ferner ist der Universalpflug 12) als Hackapparat zu verwenden, wobei die Hackgeräthe an einem Querbalken angebracht werden. Mit dem Vordergestell wird eine Lenkstange verbunden, welche nach hinten geleitet ist und hier von dem Führer zum Steuern des Gerätes benutzt wird. Wenn an dem Querbalken des Hackapparates drei Häufelkörper angebracht werden, so kann das Geräth endlich 13) als Kartoffelmarkirer benutzt werden.

3. Erforderliche Zugkraft und Leistung der Pflüge.

Der Werth eines Pfluges läßt sich, abgesehen von der Solidität der Herstellung desselben, nach der Qualität der erzeugten Arbeit und der erforderlichen Zugkraft beurtheilen. Die Qualität der Arbeit bemißt sich nach mehreren Factoren, namentlich der Vollkommenheit der Lockerung und Wendung des Bodens, der Gleichmäßigkeit der Furche, Reinheit der

Sohle und des Landseitenschnittes; die erforderliche Zugkraft, von welcher in erster Reihe die Kosten des Pflügens und die Leistung abhängen, kann nur durch dynamometrische Messungen bestimmt werden. Das Ergebniß der Messung wird ausgedrückt entweder durch die unmittelbare Zugkraft für einen bestimmten Furchenquerschnitt, d. i. für eine bestimmte Breite und Tiefe der erstellten Furche oder durch die Arbeit (in Meterkilogramm) zur Wendung einer Raumeinheit des Bodens oder endlich durch die Zugkraft pro Einheit (Quadratdecimeter, Quadratcentimeter) des gewendeten Furchenquerschnittes. Letztere Methode ist die in neuerer Zeit mit Recht am meisten benutzte, da sie es gestattet, die Zugkraft mehrerer Pflüge bequem zu vergleichen. Es liegt auf der Hand, daß der Vergleich der Zugkraft einer Anzahl von Pflügen auf mancherlei Schwierigkeiten stößt und in vielen Fällen überhaupt nicht zulässig ist. Die einzelnen Pfluggruppen sind für verschiedene Bodenarten und mehr oder minder tiefe Bearbeitung construirt und können demnach z. B. ein Flachwender und ein Krümler überhaupt nicht auf gleichem Boden erprobt und verglichen werden. Ebenso erscheint es nicht zulässig, einen Pflug, der für einen Tiefgang von 0.15 Meter bestimmt ist, mit einem Rajolpfluge für 0.35 Meter Tiefgang zu vergleichen. Jedenfalls sollte man vergleichende Pflugproben der Beetpflüge, falls dieselben nicht im Voraus auf bestimmte Pfluggattungen und Arbeitstiefen beschränkt werden, stets nach sechs Gruppen veranstalten, und zwar der Flachwender, Steilwender und Krümler für geringen und in gleicher Weise für beträchtlichen Tiefgang, wobei selbstverständlich jede Gruppe auf dem entsprechenden Boden zu erproben ist.

Die wesentlichsten Factoren, welche die Zugkraft eines Pfluges beeinflussen, sind die Bodenbeschaffenheit, die Furchentiefe, die Construction, Einstellung und technische Ausführung sowie das Gewicht des Pfluges.

Was die Bodenbeschaffenheit im Allgemeinen betrifft, so erfordert ein Pflug in lockerem Sandboden die geringste, in schwerem Thonboden die höchste Zugkraft. Nach englischen Versuchen von Pusey mit Pflügen, welche für 0.13 Meter Tiefe und 0.23 Meter Breite der Furchen eingestellt waren, ergab sich das Verhältniß der Zugkraft bei fünf verschiedenen Bodenarten, wenn die Zugkraft im schwersten Boden gleich 100 gesetzt wird, wie folgt:

Bodenart	Schwerster Thonboden.	Schwerer Thonboden.	Moorboden.	Sandiger Lehmboden.	Sandboden.
Procentisches Verhältniß der Zugkraft	100	53.47	37.2	32.5	27.9

Es besteht ferner ein wesentlicher Unterschied in der Zugkraft beim Bearbeiten von Acker- und Wiesenboden; bei letzterem steigt dieselbe in Folge der Verwurzelung unter sonst gleichen Umständen oft um 40 Procent. In gleicher Weise erhöht sich die Zugkraft beträchtlich, wenn der Pflug für einen Tiefgang eingestellt wird, in welchem der Boden früher nicht bearbeitet wurde; das Aufbrechen bisher ungepflügten Erdreiches erfordert oft die doppelte der gewöhnlichen Zugkraft. Bei der großen Verschiedenheit des Untergrundes lassen sich hierüber jedoch keine allgemein gültigen Ziffern anführen. Bei wiederholtem Pflügen der nämlichen Bodenschichten nimmt die Zugkraft beträchtlich ab. Auch der Feuchtigkeitszustand des Bodens übt einen wesentlichen Einfluß auf das Erforderniß an Zugkraft aus; bei Versuchen auf Sandboden fand Pusey, daß dasselbe um 92 Procent erhöht wurde, wenn der Boden durch starke Trockenheit erhärtet war gegenüber einem Boden in dem für die Bearbeitung günstigsten Feuchtigkeitszustande.

Der Tiefgang des Pfluges übt ebenfalls einen Einfluß auf die Zugkraft pro Flächeneinheit des Furchenquerschnittes aus. Versuche, welche u. a. von Pusey und Morton angestellt wurden, um die Gesetzmäßigkeit der Zunahme an Zugkraft mit derjenigen des Tiefganges zu ermitteln, haben keine brauchbaren Resultate geliefert, da es nicht zulässig erscheint, dieselben Pflüge für Furchentiefen von 0.13 bis 0.30 Meter zu erproben, wie es die Genannten gethan haben. Im Allgemeinen kann angenommen werden, daß der Widerstand am Kolter, am Streichbrette und an der Sohle proportional der Tiefe zunimmt; daß derjenige am Schare dagegen bei verschiedenen Tiefen und unter der Voraussetzung, daß der Boden in den einzelnen Schichten gleiche Cohäsion besitzt, constant bleibt. Auch der Widerstand, welchen der Erdstreifen der Wendung entgegensetzt, wird in der Regel nur proportional der Tiefe steigen, da derselbe von der Größe des Furchenquerschnittes abhängig ist und diese unter der Annahme, daß die Breite constant bleibt, entsprechend der Tiefe zunimmt. So sollte also bei einem Boden, der in der vollen Pflugtiefe die nämliche Beschaffenheit besitzt, die Zugkraft höchstens im Verhältnisse zu dieser wachsen. In der Praxis zeigt sich jedoch fast übereinstimmend eine relative Zunahme, und zwar muß diese Thatsache dem Umstande zugeschrieben werden, daß die Bodenschichten in größerer Tiefe zumeist schwerer zu bearbeiten sind als die oberen mit Ausnahme der in jedem Falle zur Bearbeitung gelangenden obersten Kruste oder Narbe, welche zuweilen einen außerordentlich hohen Widerstand verursacht. Wenn man aus den neueren Pflugproben Mittelwerthe der Zugkraft zu eruiren sucht und hierbei nur die vorzüglicheren Pflüge sowie mittlere Bodenarten mit Ausschluß des schweren Thonbodens

und des ganz leichten Sandbodens berücksichtigt, so gelangt man ganz im Allgemeinen zu nachfolgendem Resultate:

Tiefgang . . . . . . Meter	0.15 bis 0.20	0.21 bis 0.30	0.31 bis 0.35
Zugkraft per Quadratdecimeter Furchenquerschnitt . Kilogr.	30—35	40—45	50—55

Selbstverständlich kommen vielfach Ausnahmen von diesen Mittelwerthen vor, wie dies bei der so verschiedenartigen Bodenbeschaffenheit und dem jedesmaligen Zustande des Bodens nicht anders zu erwarten ist; trotzdem darf man diese Ziffern als ziemlich sichere Durchschnittszahlen betrachten.

Die Construction des Pfluges, die Einstellung und technische Ausführung desselben üben selbstverständlich einen erheblichen Einfluß auf die Zugkraft aus. Wie bereits Seite 246 erwähnt, ist die Frage, ob ein Schwingpflug oder Karrenpflug vorzuziehen sei, im Allgemeinen nicht zu entscheiden, wie auch thatsächlich wiederholt angestellte Versuche, dieselbe durch dynamometrische Messungen aufzuklären, ganz widersprechende Resultate geliefert haben. Keines Beweises bedarf es aber, daß der Zustand der schneidenden Theile, des Kolters und des Schares, die Gestalt und die mehr oder minder gute Politur des Streichbrettes einen ganz erheblichen Einfluß auf die Zugkraft ausüben. Endlich die Schwere des Pfluges: dieselbe im Vereine mit der auf dem Streichbrette befindlichen Bodenmasse erzeugt die Reibung an der Sohle, also den bei der Fortbewegung im Leergange, z. B. in einer gepflügten Furche, entstehenden Widerstand. Nur ein sehr kleiner, im Allgemeinen zu vernachlässigender Theil des Pfluggewichtes wird bei den unterstützten Pflügen von den Rädern abgefangen und tritt hier als der Widerstand der wälzenden und Zapfenreibung auf. Der Einfluß des Gewichtes des Pfluges auf die Zugkraft im Allgemeinen wird aus den Versuchen Ransome's [1]) deutlich, welcher einen Pflug von 150 Kilogramm Gewicht durch ein Zusatzgewicht von 50 und 100 Kilogramm beschwerte und bei einer Furche von 0.15 × 0.23 Meter folgende Zugkräfte ermittelte:

Gewicht des Pfluges . Kilogr.	150	200	250
Zugkraft . . . . . . Kilogr.	135	176	211

Unter gleichen Verhältnissen erforderte ein Pflug von 125 Kilogramm Schwere nur 116 Kilogramm Zugkraft. Hiernach würde die

1) James Edward Ransome, Ploughs and Ploughing, Seite 38; Edinburgh 1865.

Steigerung der Zugkraft mit dem Gewichte des Pfluges sich folgendermaßen stellen:

Gewicht des Pfluges . . . . Kilogr.	125	150	200	250
Zugkraft per Quadratdecimeter Furchenquerschnitt. . . . . Kilogr.	34	39	51	61
Procentisches Verhältniß	100	114	150	179

Da das Gewicht des Pfluges nur einen Einfluß auf den Leerzug ausübt, dagegen die für die Verrichtung der nutzbaren Arbeit erforderliche Zugkraft hierbei constant bleibt, so können diese Resultate nur in dem Falle einen vollen Aufschluß über die in Rede stehenden Verhältnisse geben, wenn der Antheil bekannt ist, welchen die Fortbewegung des Pfluges an der Gesammtzugkraft nimmt. Englische Versuche lieferten mit den dortigen schweren Pflügen das Resultat, daß die Hälfte der Zugkraft lediglich für die Fortbewegung erforderlich ist. Bei unseren leichteren Pflügen ergiebt sich dieses Verhältniß auf 0.30 bis 0.40[1]). Trotzdem der Einfluß des Gewichtes bei schwerem Boden und tiefer Bearbeitung nicht so sichtbar hervor tritt wie bei leichtem Boden und flacher Arbeit, so muß doch für alle Fälle als Regel gelten, den Pflug nicht schwerer zu fertigen, als dies mit Rücksicht auf seine Festigkeit und möglichste Dauer erforderlich ist.

Lehrreich würde es sein, den Antheil kennen zu lernen, welchen die einzelnen arbeitenden Theile des Pfluges an der Gesammtzugkraft erfordern. Experimentelle Untersuchungen hierüber liegen meines Wissens nicht vor; dagegen berechnete Grandvoinnet (a. a. O. Seite 892) die Widerstände des Kolters, Schares, Streichbrettes und der Sohle bei einem Schwingpfluge und kam zu dem Resultate, daß, wenn die Zugkraft = 100 angenommen wird, die vier genannten Theile in dem Verhältnisse 17.5, 35.4, 9.4 und 37.7 an derselben participiren.

Aus diesen Betrachtungen geht hervor, daß es schlechterdings nicht angeht, die erforderliche Zugkraft eines Pfluges durch eine bestimmte Zahl auszudrücken, da dieselbe je nach Umständen in ziemlich weiten Grenzen schwankt und daß die dynamometrische Zugkraftermittlung nicht zur Feststellung des absoluten Werthes eines Pfluges, sondern nur für den Vergleich mit anderen Pflügen geeignet erscheint, welche für gleiche Arbeit bestimmt, unter den nämlichen Verhältnissen des Bodens, des Tiefganges

1) Reitlechner ermittelte den Reibungscoefficienten der Sohle eines Kleyle'schen Pfluges auf einem Sandmergelboden auf $1/3$ (Lehrbuch der landwirthschaftlichen Maschinenkunde Seite 108; Wien 1869), Grandvoinnet giebt denselben auf 0.377 an (Encyclopédie pratique de l'agriculture, Tome IV Seite 893; Paris 1871).

u. s. w. erprobt werden. Derartige vergleichende Pflugproben haben in neuerer Zeit in großer Zahl stattgefunden und wesentlich zur Klarstellung des Werthes der geprüften Pflüge beigetragen. Sie haben auch den überzeugenden Beweis dafür erbracht, daß in neuester Zeit erhebliche Fortschritte in der Ausbildung der Pflüge gemacht worden sind, da die vor etwa 25 Jahren veranstalteten Pflugproben mit den besseren Pflügen der damaligen Zeit auf mittlerem Boden und für einen Tiefgang bis 0.20 Meter durchschnittlich eine Zugkraft von 50 bis 60 Kilogramm pro Quadratdecimeter Furchenquerschnitt nachwiesen, während diese Ziffer jetzt auf 30 bis 35 Kilogramm reducirt wurde. Wir erzielen demnach jetzt mit fast der Hälfte der vor 25 Jahren benutzten Zugkraft das nämliche Resultat in quantitativer Hinsicht, während auch die Qualität der Arbeit eine weitaus bessere geworden ist. Dieser erhebliche, der Bodencultur zu Gute kommende Fortschritt ist in erster Reihe den zahlreichen vergleichenden Pflugproben mit Zuhülfenahme des Dynamometers zu danken. 1)

Die Leistung eines Pfluges kann mit Zugrundelegung der ermittelten Zugkraft und der Geschwindigkeit wie folgt berechnet werden: Nehmen wir an, daß die Zugkraft eines zweispännigen Pfluges für 0.15 bis 0.20 Meter Tiefgang 160 Kilogramm und die Geschwindigkeit der Pferde 0.70 Meter pro Secunde betrage, so ergiebt dies für jedes Pferd eine Arbeit von 56 Secunden-Meterkilogramm, durch welche nach der Tabelle Seite 44 die Thiere nicht zu hoch in Anspruch genommen werden. Bei 0.30 Meter Furchenbreite beträgt die pro Stunde bearbeitete Fläche 0.30 . 0.70 . 3600 = 756 Quadratmeter. Die Verluste beim Wenden müssen hiervon in Abzug gebracht werden; dieselben hängen von der Länge der Furchen, der Art des Pflügens (Ebenpflügen, Beetpflügen) und der Geschicklichkeit sowie dem Fleiße des Pflügers ab. Im Durchschnitte darf man annehmen, daß der vierte Theil der Zeit hierdurch verloren geht; nur bei sehr großen Schlägen und beim Figurenpflügen stellt sich das Verhältniß günstiger. Mithin würde sich die stündliche Leistung auf 756 . 0.75 = 567 Quadratmeter oder in 8 Stunden, d. i. bei einer nutzbaren Tagesleistung von 1,612,800 Meterkilogramm, auf 0.45 Hektar stellen.

Nach practischen Beobachtungen ergeben sich folgende Leistungen der Pflugarbeit: das seichte Stoppelstürzen fördert am meisten, und zwar bis

1) Von einer Aufführung der Resultate vergleichender Pflugproben muß hier Abstand genommen werden, da einzelne derselben nur einen localen Werth besitzen, für die Wiedergabe vieler aber der zur Verfügung stehende Raum nicht ausreicht. Die Zusammenstellung einer großen Anzahl älterer und neuerer Pflugproben enthalten die landwirthschaftlichen Jahrbücher, Jahrgang 1874, Seite 655—721.

0.7 Hektar pro Tag; auf gewöhnliche Tiefe werden in 10 Arbeitsstunden 0.5 Hektar, beim Tiefpflügen 0.3 Hektar und weniger abgefertigt.[1]) Pabst giebt die Leistung eines Pfluggespannes in 10 Arbeitsstunden auf 0.28 bis 0.65 Hektar an.

b) Die Grubber, Exstirpatoren und Skarifikatoren (Cultivatoren).

Unter den in der Ueberschrift angeführten Bezeichnungen, häufig auch unter dem allgemeinen Namen Cultivatoren, versteht man mehrscharige Bodenbearbeitungsgeräthe zum Lockern, zum Vertilgen der Unkräuter, zum Aufreißen des Bodens und zur Unterbringung der Saat sowie des Düngers. Eine Wendung des Bodens ist hierbei stets ausgeschlossen. Es besteht keine präcise Unterscheidung zwischen den genannten Instrumenten; jedoch hat man sich im Allgemeinen dahin geeinigt, diejenigen Cultivatoren, welche in erster Linie zur tiefen Lockerung des Bodens nach Art des Untergrundpfluges dienen, als Grubber, diejenigen, welche vorwiegend zur Vertilgung der Unkräuter, ferner zu nur oberflächlicher Bodenlockerung und zur Unterbringung der Saat benutzt werden, als Exstirpatoren zu bezeichnen. Dient der Cultivator lediglich zum Durchschneiden von Klee-, Luzerne- und Wiesenflächen, um dieselben den Einwirkungen der Luft, der Wärme und der Feuchtigkeit zugänglich zu machen, so nennt man denselben einen Skarifikator. Daß diese Benennungen nicht allgemein eingehalten werden, liegt einestheils daran, daß man einen Grubber im Sinne der eben gegebenen Definition auch als Exstirpator verwenden kann und umgekehrt; anderntheils und hauptsächlich, daß die sämmtlichen hierher gehörigen Geräthe in ihrer äußeren Gestalt fast übereinstimmen und sich nur durch die Stärke der Ausführung und durch die Form der arbeitenden Werkzeuge, der Scharfüße und Messer, unterscheiden. Sehr häufig ordnet man den Cultivator auch derartig an, daß er nach Auswechslung der Schare sowohl als Grubber wie als Exstirpator und Skarifikator verwendet werden kann, so daß die Unterscheidung der drei Geräthe in der That verschwindet.

Das Gestell der Cultivatoren hat zumeist die Form eines gleichschenkligen Dreieckes; in mehreren Reihen parallel zur Grundlinie sind die Schare derartig angeordnet, daß jedes derselben eine besondere Reihe bearbeitet, der Abstand der einzelnen benachbarten Reihen von einander gleich groß ist und die benachbarten Schare wechselseitig in verschiedenen Reihen sich befinden. Letzteres ist nothwendig, weil andernfalls die Ent-

1) G. Krafft, Lehrbuch der Landwirthschaft I, 136; Berlin 1875.

fernung der einzelnen Schare zu gering ausfallen und demnach durch Stoppeln, Unkraut, Erde oder Steine leicht Verstopfungen entstehen würden. Die Führung des Gerätzes und die Regulirung des Tiefganges der Schare erfolgt stets durch Räder, und zwar entweder in der nämlichen Disposition wie bei dem Karrenpfluge oder mittelst Vorder- und Hinterräder, so daß das Geräth einen drei- bez. vierräderigen Wagen bildet. Die Räder dienen gleichzeitig zum Transport des nicht arbeitenden Cultivators, welcher für diesen Zweck derartig eingestellt wird, daß die Scharfüße etwa 0.10 bis 0.15 Meter über dem Boden stehen. Erhält der Cultivator die Anordnung eines Karrenpfluges, so wird derselbe stets mit Sterzen versehen, während, wenn das Hintertheil des Gerätzes gleichfalls durch Räder getragen wird, die Sterzen häufig wegfallen.

Als Material des Cultivatorgestelles wird entweder Holz, Gußeisen oder Schmiedeeisen oder endlich eine Combination von Holz und Eisen verwendet. Am vorzüglichsten, freilich aber auch am kostspieligsten, sind schmiedeeiserne Gestelle, welche bei großer Widerstandsfähigkeit in verhältnißmäßig geringem Gewichte ausgeführt werden können; für Exstirpatoren zu leichter Arbeit genügen auch Gestelle aus hartem Holze oder aus solchem mit schmiedeeisernen Schienen und desgl. Verbindungsbalken zur Aufnahme der Schare. Die früher vielfach angewendeten schweren, gußeisernen Gestelle, welche den Vortheil gewähren, daß sie in jeder dem Zwecke dienenden complicirten Form ohne Schwierigkeiten hergestellt werden können, werden in neuerer Zeit häufig durch schmiedeeiserne Gestelle ersetzt.

Die Arbeitsbreite der Cultivatoren variirt zwischen 0.75 und 1.50 Meter; bei uns erhalten dieselben in der Regel eine Breite von 0.91 bis 0.94 Meter (3 Fuß) oder von 1 Meter. Die Anzahl der Schare beträgt bei der letztgenannten Arbeitsbreite in der Regel fünf, bei breiteren Geräthen sieben bez. neun; nur bei den Skarifikatoren wendet man eine noch größere Anzahl von Scharen (Messern) an. Die Verbindung derselben mit dem Gestell erfolgt durch die Scharstiele, d. h. kräftige, in der Regel aus Schmiedeeisen gefertigte Stiele, zumeist von quadratischem Querschnitte, welcher am unteren Theile spießkantig zur Bewegungsrichtung gestellt ist, um ein leichtes Durchschneiden des Bodens zu ermöglichen. Die Stiele sind bei den Grubbern und Exstirpatoren stets gekrümmt, z. B. nach der Fig. 138 dargestellten Anordnung, welche den Coleman'schen Grubbern entnommen ist; es trägt dies wesentlich zur guten Lockerung des Bodens, zur möglichsten Reduction der Zugkraft und zum leichten Ausheben der Schare aus dem Boden bei. Den Skarifikatoren giebt man dagegen zuweilen gerade Scharstiele nach Art der Pflugkolter. Die Länge der Stiele muß derartig bemessen sein, daß bei der größten Arbeitstiefe

noch immer ein angemessener Zwischenraum zwischen dem Boden und der unteren Fläche des Gestellrahmens verbleibt, so daß die heraufgebrachten Erdschollen, Stoppeln, Unkräuter und Steine den Zwischenraum nicht verstopfen. In der Regel genügt es, wenn die Stiele, bis zur unteren Fläche des Rahmens gemessen, bei vollem Tiefgange noch 0.15 Meter aus dem Boden herausragen.

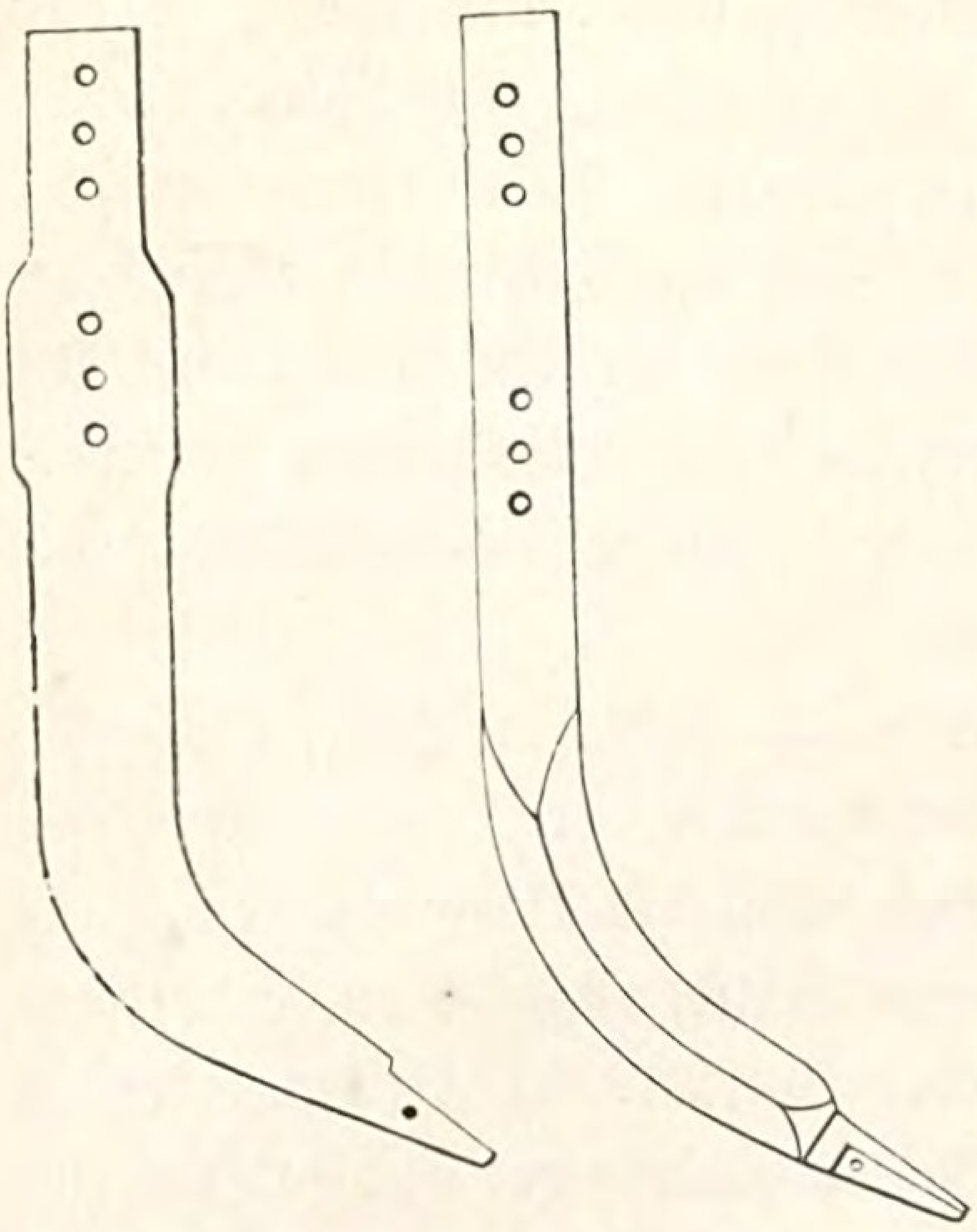


Fig. 138. Scharstiele des Coleman'schen Grubbers.

Die Schare wurden früher zumeist aus einem Stücke mit den Stielen gefertigt, in neuerer Zeit jedoch häufig auf diesen aufgeschoben und mittelst eines hölzernen Stiftes befestigt. Durch diese Anordnung werden Brüche der Scharstiele nach Möglichkeit vermieden; beim Antreffen auf ein größeres Hinderniß wird der Holzstift abgescheert und fällt das Schar von dem Stiele herab. Die Erneuerung des Schares verursacht selbstverständlich nur geringe Kosten. Die Schare werden entweder aus Hartguß oder aus Stahl gefertigt; letztere finden vorwiegend bei steinigem oder stark verwurzeltem Boden Verwendung, während in allen anderen Fällen die verhältnißmäßig billigen Hartgußschare sich recht gut bewährt haben.

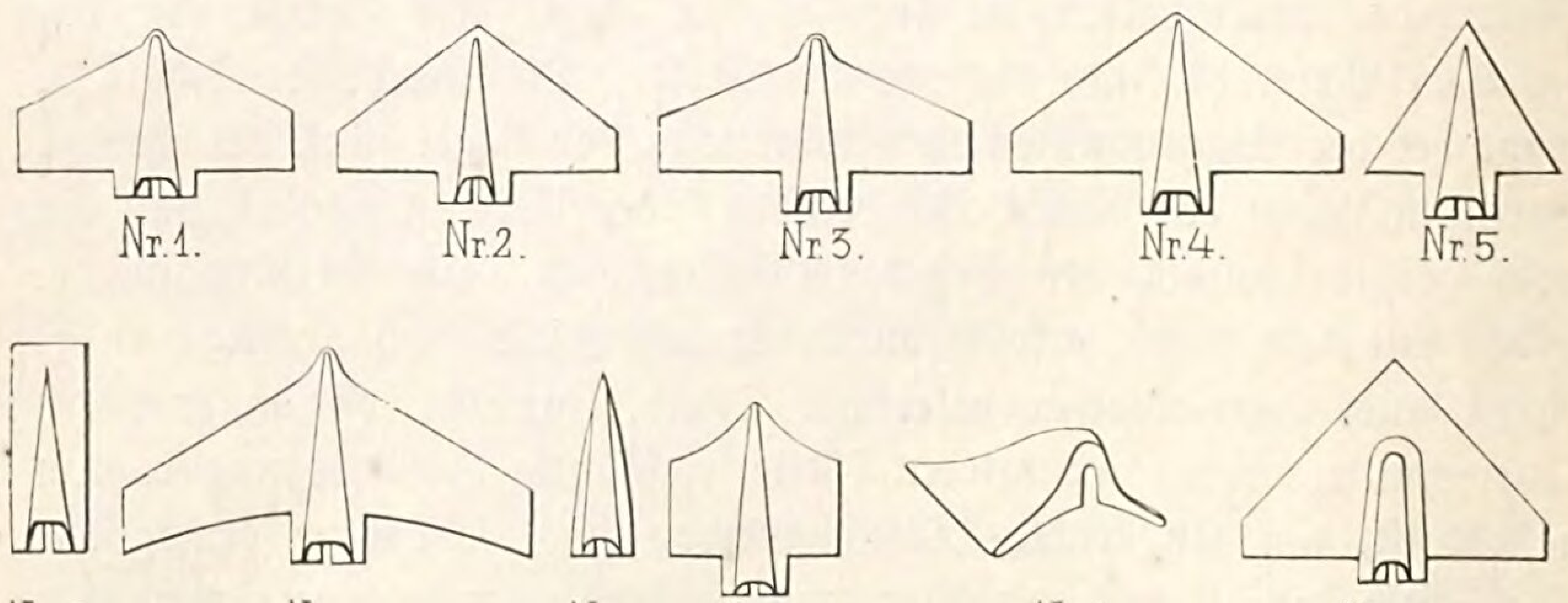


Fig. 139. Scharfüße des Coleman'schen Grubbers.

Fig. 139 giebt die Zusammenstellung einer Anzahl derartiger Schare der Coleman'schen Cultivatoren.

Nr. 1 und 3 mit schwach concav gekrümmten Doppelschneiden dienen zum Schälen und Exstirpiren bei hartem und trocknem Boden; ihre Breite beträgt 0.26 und 0.30 Meter. Nr. 2 und 4

mit geradlinigen Doppelschneiden in den nämlichen Breiten wie Nr. 1 und 3 werden für feuchten und verquecken Boden angewendet. Nr. 7 Schälschar von 0.38 Meter Breite für flaches Schälen; Nr. 5, 6, 8 und 9 Grubberschare, und zwar Nr. 5 0.15 Meter, Nr. 6 0.06 Meter, Nr. 9 0.15 Meter breit. Nr. 8 zur Tiefcultur bei sehr hartem, zähem Boden. Das Schar Nr. 10 dient zum Unterbringen der Saat und zum Lockern des Bodens; dasselbe wird in 0.15, 0.17 und 0.25 Meter Breite geliefert. Das Stahlschar Nr. 11 erhält eine Breite von 0.15 oder 0.25 Meter. Die Preise der Coleman'schen Schare sind aus folgender Zusammenstellung ersichtlich.

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			Stahlschar pro Stück	
										Breite in Metern				
										0.15	0.17	0.25	0.15	0.25
Preis pro Dtz. in Mark	8.50	9.00	10.50	10.50	6.50	6.00	14.00	5.50	7.50	9.00	10.00	14.00	2.75	3.50

Am meisten angewendet werden die Schare Nr. 2, 5 und 6.

Die Anforderungen, welche an die Schare der Grubber gestellt werden müssen, sind folgende:

1) Der Tiefgang muß mit Leichtigkeit geändert werden können, um das Geräth für die verschiedenen angegebenen Zwecke zu verwenden. Auch ist dies erforderlich, da man beim Grubbern den Boden nur allmälig bis zu der größtmöglichen Tiefe in Angriff nimmt, um die Zugthiere nicht zu bedeutend anzustrengen. Die Regulirung des Tiefganges erfolgt bei denjenigen Cultivatoren, welche nur mit Vorderrädern versehen sind, genau in der nämlichen Weise wie bei einem Karrenpfluge; sind Hinterräder vorhanden, so dienen diese zur Einstellung des Tiefganges. Bei einzelnen Constructionen, z. B. der Coleman'schen, können auch die Schare mit ihren Stielen in dem Gestell zu verschiedener Höhe eingesetzt werden.

2) Sämmtliche Schare müssen genau zu gleicher Tiefe in den Boden eindringen, da andernfalls das Geräth die Tendenz erhält, auf derjenigen Seite, auf welcher ein tieferer Eingriff stattfindet, zurückzubleiben. Die Zugthiere müßten somit einen Theil ihrer Arbeit darauf verwenden, den geradlinigen Gang des Cultivators zu erhalten. Auch würden die anzubauenden Pflanzen auf ungleich tief bearbeitetem Boden einen unregelmäßigen Standort erhalten, so daß sie sich nicht gleichmäßig entwickeln könnten.[1])

---

1) Bleiben gar Lücken oder sogenannte Striche zwischen den ganzen Zügen des Cultivators unbearbeitet liegen, so wäre dies der höchste Grad der ungleich tiefen Bearbeitung, welcher sich in dem Stande der angebauten Gewächse sofort erkenntlich machen würde.

3) Für den Transport müssen sämmtliche Schare aus dem Boden gehoben werden können. Sehr erleichtert wird dies, wenn der Cultivator mit Hinterrädern versehen ist und die Schare eine Stellvorrichtung für den Tiefgang erhalten. Bei denjenigen Cultivatoren, welche nach Art der Karrenpflüge eingerichtet sind, läßt sich diese Anforderung häufig nicht erfüllen und ist man demnach genöthigt, dieselben auf Fuhrwerken oder Schleifen zum Arbeitsorte zu transportiren.

4) Dienen die Cultivatoren vorwiegend zum Lockern und Zerkleinern des Bodens, so ist es wünschenswerth, die Reihenweite der Schare ändern zu können, um dieselben in dem Maße enger zu stellen, je reiner und klarer der Boden geworden ist. Wir werden jedoch bei Besprechung der einzelnen Constructionen ersehen, daß diese Bedingung nicht bei allen Cultivatoren erfüllt wird; vorwiegend gestatten diejenigen, bei welchen das Gestell nach Art der Karrenpflüge eingerichtet ist, eine Regulirung des Reihenabstandes. Beim Fehlen der bezüglichen Vorrichtung sucht man durch Verwendung von Scharen verschiedener Breite eine successive vollkommenere Arbeit zu erzielen.

Die Anzahl der in der Praxis angewendeten Grubberconstructionen hat sich in neuerer Zeit nicht unerheblich vermindert. Während in früherer Zeit eine außerordentliche Mannigfaltigkeit in dieser Gruppe von Geräthen bestand, wird jetzt nur eine verhältnißmäßig geringe Anzahl verschiedener Systeme benutzt, und zwar vorwiegend Grubber nach dem schottischen Systeme, Tennant-Grubber, Traiprain-Grubber und die weit verbreiteten Coleman'schen Cultivatoren. Die älteren Grubber und Skarifikatoren von Finlayson, Kirkwood, Lord Ducie, Gray, Scoular, Biddell, Hensmann u. a.[1]) kommen in neuerer Zeit kaum mehr in Anwendung, so daß sie hier übergangen werden können.

Der Tennant'sche Grubber, Fig. 140 in Seitenansicht und Grundriß dargestellt. Die Schare a, aus Stahl oder aus an den Spitzen verstähltem Schmiedeeisen gefertigt, sind „gänsefuß"-artig gestaltet, mit den Stielen aus einem Stücke gefertigt und oben mit Augen versehen, mittelst welcher sie auf den Balken des Gestelles aufgeschoben werden. Das vordere Schar wird in einem Auge des Grindels mittelst eines Keiles befestigt; die folgenden vier Schare sind in zwei Reihen auf den quadratischen Balken b b verschiebbar angeordnet, so daß die Reihenentfernung je nach der zu verrichtenden Arbeit und der Bodenbeschaffenheit zwischen 0.17 und 0.22 Meter geändert werden kann. Die Befestigung in der gewählten

1) Alle diese historisch immerhin interessanten Geräthe werden in dem Hamm'schen Werke: Die landwirthschaftlichen Geräthe und Maschinen Englands, 2. Auflage, Braunschweig 1858, S. 297 u. f. abgebildet und beschrieben.

Stellung erfolgt mittelst Schrauben c. Am vorderen Theile des Grindels befand sich in der Tennant'schen Originalconstruction ein Stelzrad, welches im Vereine mit einem Regulator zur Einstellung des Tiefganges diente; in neuerer Zeit zieht man jedoch die Verwendung eines vollständigen Karren nach Fig. 140 vor.

Die Arbeitsbreite des Tennant'schen Grubbers beträgt in der Regel 0.91 oder 0.94 Meter (3 Fuß engl. oder rheinl.); der Tiefgang kann zwischen 0.10 und 0.25 Meter geändert werden. Einige Fabrikanten ver-

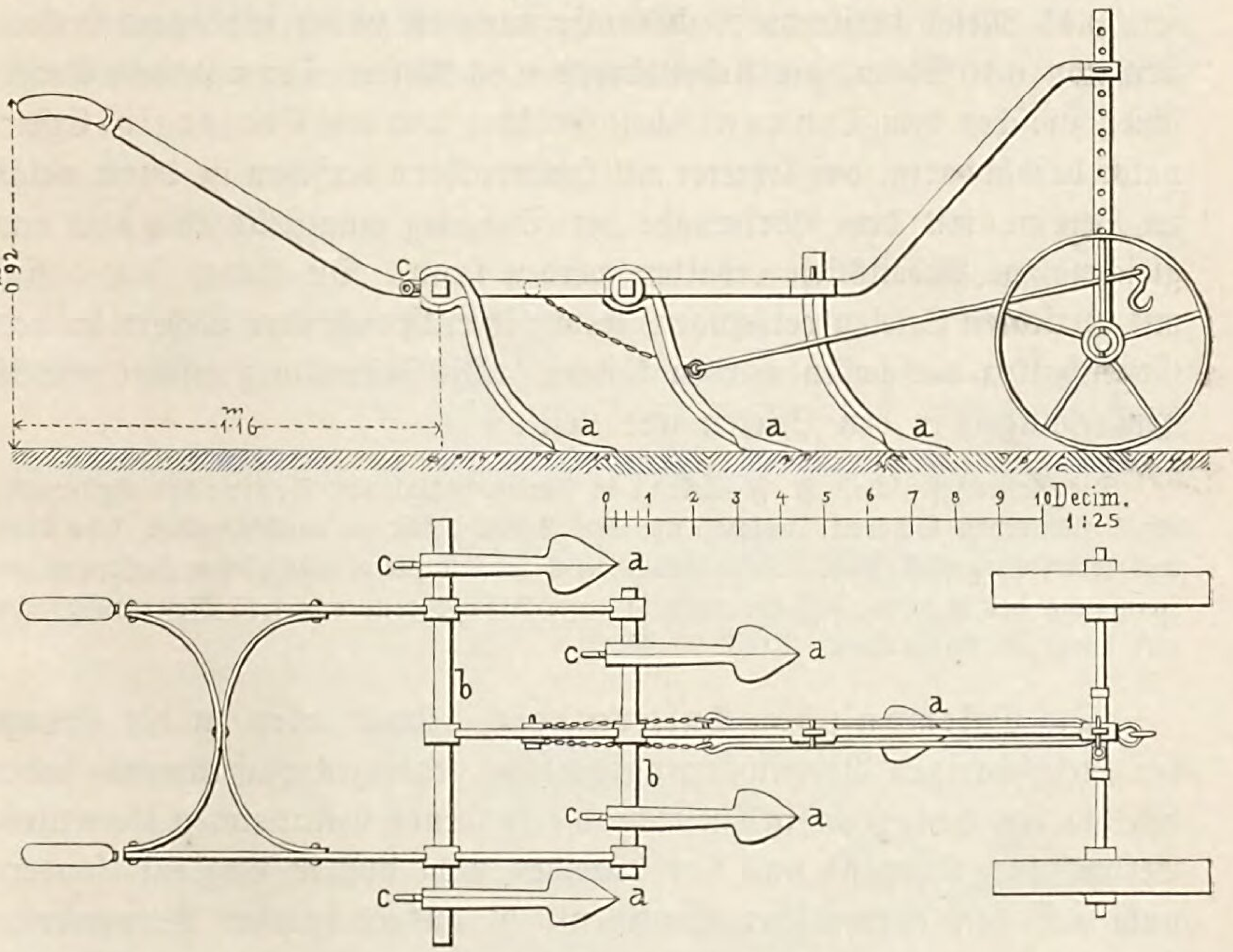


Fig. 140. Grubber von Tennant.

sehen diesen Grubber mit aufgesetzten Scharen aus Hartguß anstatt der mit den Stielen aus einem Stücke geschmiedeten Schare. Das Gewicht des Tennant'schen Grubbers beträgt je nach der Stärke der Ausführung 150 bis 165 Kilogramm, die erforderliche Zugkraft 3 bis 4 Pferde oder Ochsen.

Eine zweite Construction der schottischen Cultivatoren ist der ebenfalls von Tennant erfundene Traiprain-Exstirpator[1]), Taf. XII Fig. 1, 2 und 3 in Seitenansicht, Grundriß und Vorderansicht dargestellt.

1) Diesen Namen führt das Geräth nach der Traiprain-Farm in East Lothian (Schottland), von welcher aus sich dasselbe zuerst verbreitete.

Das Gestell ist aus hartem Holze gefertigt; zur Verstärkung, namentlich aber, um das Aufsplittern zu verhüten, sind diejenigen Balken des Hauptrahmens, welche die Scharstiele aufnehmen, mit Eisen beschlagen. Die Schare sind in zwei Reihen angeordnet und besitzen flache Doppelblatt-Schneiden, Fig. 4, speciell zum Abschälen des Bodens und zur Zerstörung des Unkrautes bestimmt. Die Befestigung der Schare in dem Holzgestell erfolgt mittelst Schrauben, welche die Fortsetzung der Scharstiele bilden; eine Aenderung der Reihenentfernung kann nicht stattfinden. Die Schare sind 0.15 Meter breit; die Reihenentfernung ist in der vorliegenden Construction 0.16 Meter, die Arbeitsbreite 0.80 Meter. Der wichtigste Unterschied zwischen dem Tennant'schen Grubber und dem Traiprain-Exstirpator besteht darin, daß letzterer mit Hinterrädern versehen ist, durch welche im Vereine mit dem Vorderrade der Tiefgang eingestellt und stets eine gleichmäßige Arbeitstiefe erhalten werden kann. Die Räder Fig. 5 sind mit verticalen Stielen verbunden, welche in entsprechenden Löchern in dem Gestellbalken verschoben werden können. Die Feststellung erfolgt mittelst Einkerbungen in den Stielen und Keile.

Die Actiengesellschaft H. F. Eckert in Berlin fertigt den Traiprain-Exstirpator mit 7 stählernen Scharen, welche, um den Boden leicht zu durchschneiden, sehr dünn und scharf hergestellt sind. Das Geräth dient speciell zur oberflächlichen Lockerung und Reinigung des Bodens; dasselbe wird in einer Arbeitsbreite von 1.15 Meter ausgeführt und wiegt 93 Kilogramm. Preis 90 Mark.

Die Coleman'schen Cultivatoren. Unter allen zu der Gruppe der mehrscharigen Bodenlockerungsgeräthe gehörigen Instrumente haben sich die von Coleman in Chelmsford erfundenen Cultivatoren die weiteste Verbreitung verschafft und sind dieselben nicht nur in England, sondern auch auf dem europäischen Continente in ausgedehntester Verwendung. Fig. 141 stellt die Seitenansicht und den Grundriß eines fünfscharigen Coleman'schen Cultivators dar. Das Gestell, dessen Gestalt die Grundform eines gleichschenkligen Dreieckes besitzt, wurde früher stets aus Gußeisen gefertigt, während dasselbe in neuerer Zeit vorwiegend aus Schmiedeeisen hergestellt wird. An den Seiten desselben sind die beiden Hinterräder a a in Supporten verstellbar angeordnet, so daß dieselben für verschiedene Arbeitstiefe des Geräthes eingestellt werden können. Vorn befindet sich das ebenfalls in verschiedener Höhe festzustellende, zum Zwecke des Einlenkens um eine verticale Spindel drehbare Rad b. Die Schare sind in zwei Reihen versetzt angeordnet und in dem Gestell mittelst Charniere befestigt. Nach oben sind die Scharstiele zur Aufnahme eines weiteren Charniers verlängert, von welchem Zugstangen c nach den kurzen, auf der Welle d aufgesetzten Kurbeln e geführt sind, deren Stellung und Anzahl der Scharstellung

entsprechen. In der Mitte der Welle d befindet sich der gebogene Hebel f, mittelst dessen der hinter dem Cultivator gehende Arbeiter die Einstellung der Schare bewerkstelligt. Der Bügel g dient zur Führung des Hebels f; derselbe ist mit einer großen Anzahl von Löchern durchbohrt, um den Hebel mit Hülfe eines Zapfens in jeder Position feststellen zu können. Wie leicht ersichtlich, bewirkt das Herabziehen des Hebels eine Anhebung sämmtlicher Schare, während dieselben tiefer in den Boden eingreifen, sobald der Hebel nach vorn gepreßt wird. Dieses etwas complicirte aber äußerst practische Arrangement gestattet in bequemer Weise die Beseitigung etwaiger Verstopfungen während des Ganges. Es ist zu diesem

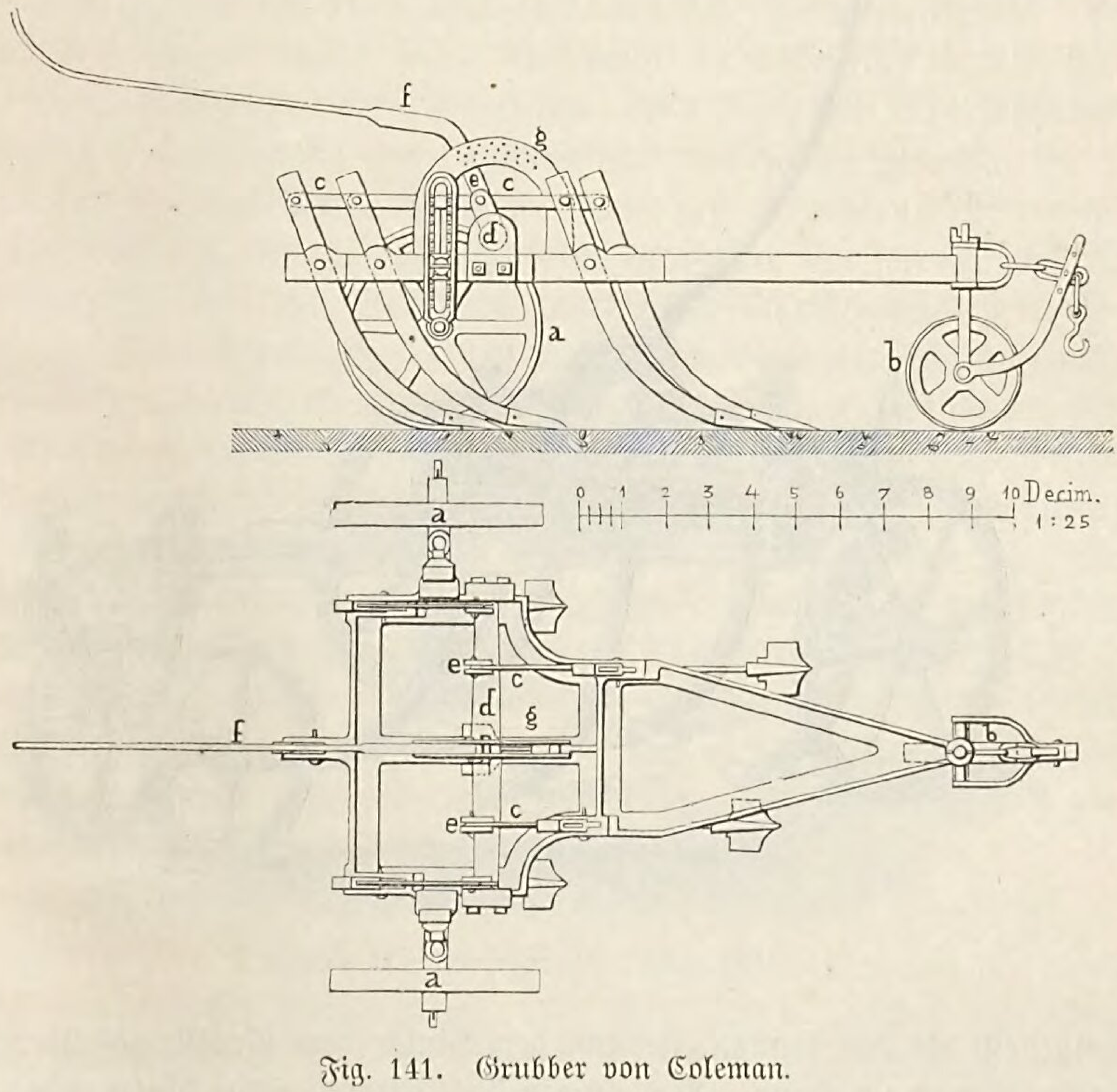


Fig. 141. Grubber von Coleman.

Zwecke nur erforderlich, den Hebel herabzudrücken, um die Schare zu lüften und denselben unmittelbar darauf wieder zu senken. Beim vollständigen Herablassen des Hebels erhalten die Schare eine derartige Stellung, daß sie frei über dem Boden schweben, so daß das Geräth hierdurch für den Transport geeignet wird. Die Anordnung der Schare des Coleman'schen Cultivators wurde bereits Seite 298 besprochen.

Das Geräth wird in seinen verschiedenen Nummern in mannigfachen

Modificationen ausgeführt. So werden die Hinterräder derartig mit Hebeln verbunden, daß sie unabhängig von einander und während der Arbeit auf und nieder gestellt werden können. Diese Einrichtung empfiehlt sich für sehr unebenen Boden oder wenn der Acker mit alten, nicht vollständig ausgepflügten Wasserfurchen durchschnitten ist. Läuft z. B. ein Rad in einer Furche, so kann dasselbe mit Hülfe dieser Einrichtung für die entsprechende Tiefe eingestellt werden, so daß der gleichmäßige Tiefgang der Schare nicht beeinflußt wird. Die Hebel werden ebenfalls wie die Stellhebel für die Schare in Coulissen geführt, in welchen sie beliebig

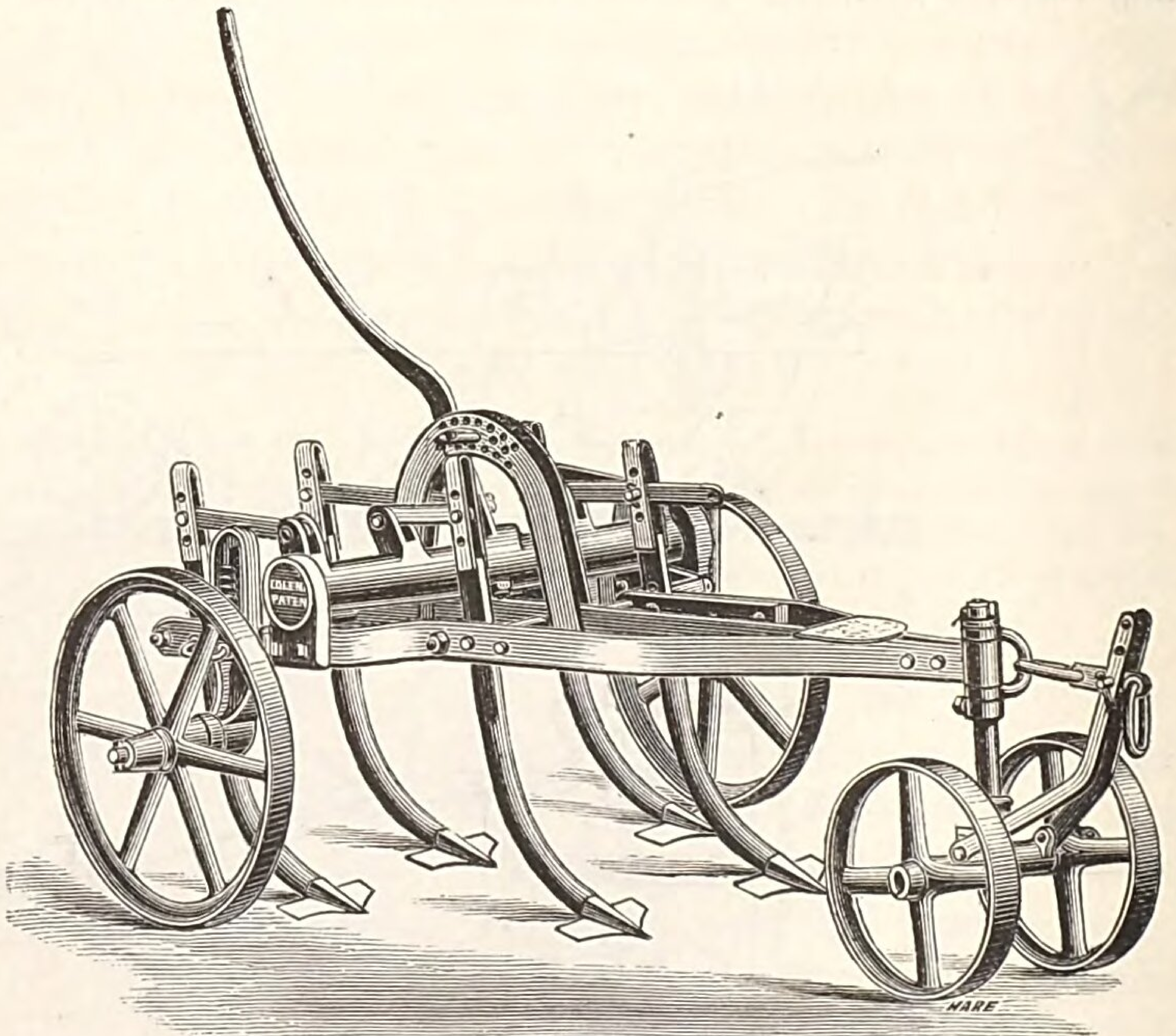


Fig. 142. Grubber von Coleman.

festgestellt werden können; sie sind dem hinter dem Geräth gehenden Arbeiter bequem zur Hand. Bei einigen Cultivatoren folgt hinter jedem der beiden Seitenräder ein Grubberschar, um den Boden auch hinter den Radspuren zu bearbeiten; dasselbe wird mittelst je einer gekröpften Zugstange von der erwähnten Welle aus eingestellt. Fig. 142 giebt eine perspectivische Ansicht des neuesten Coleman'schen Cultivators, welcher mit einem Vordergestell anstatt des Stelzrades ausgerüstet ist. Es soll hierdurch ein erheblich gleichmäßigerer Gang erzielt werden als bei der älteren Anordnung.

Die meiste Anwendung hat bei uns der fünfscharige Coleman'sche Cultivator Nr. 5 gefunden, welcher besonders zur Tiefcultur bis auf 0.36 Meter geeignet ist, aber auch bei Benutzung der Breitschare sehr vortheilhaft zu flachem Arbeiten, z. B. zum Unterbringen der Sommerfrüchte und zum Stoppelschälen, Verwendung finden kann. Die Arbeitsbreite beträgt 0.90 bis 1 Meter, die erforderliche Zugkraft beim Grubbern in der angegebenen Tiefe 3 bis 4 Pferde. Mit schmiedeeisernem Rahmen beträgt das Gewicht dieses Geräthes 280 Kilogramm, der Preis, welcher mit der Anzahl der gelieferten Schare etwas variirt, 180 bis 200 Mark. Die Leistung stellt sich je nach der Bodenart, dem Tiefgange und der zur Verfügung stehenden Zugkraft auf 1.5 bis 2 Hektar pro Tag.

Der Dombasle'sche Cultivator (Skarifikator), Taf. XII Fig. 6 und 7 im Grundrisse und in der Seitenansicht dargestellt. Das Gestell a ist aus Holz gefertigt, mit Eisen beschlagen und besitzt die Dreiecksform. Die Zahl der Schare b beträgt sieben oder neun; dieselben sind mittelst kräftiger Schrauben in dem Gestell befestigt. Die Form der Scharfüße wird je nach der Verwendung des Instrumentes verschieden gewählt; die in der Zeichnung dargestellte Construction dient zum Grubbern; außer dieser kommen flach und breit schneidende Exstirpatorschare und scharfe, nach Art der Eggenzähne bez. der Pflugkolter angeordnete Skarifikatorzähne in Verwendung. Das Vordergestell c hat die bei den Dombaslepflügen benutzte Anordnung. An den Sterzen d sind Schrauben gelagert, welche zur Einstellung der an dem Querbalken des Hauptgestelles in Hebeln eingehängten Hinterräder e dienen. Durch Verstellung der Vorder- und Hinterräder mittelst der drei Stellschrauben wird die Arbeitstiefe der Schare regulirt. Die Verbindung der Karre mit dem Grubbergestell erfolgt durch die Zugkette f und den Baum g. Letzterer ist in der Verticalrichtung beweglich; er erhält durch den Bügel h seine Führung und kann mittelst der Hebelübertragung i derartig angehoben werden, daß er die in Fig. 8 gezeichnete Stellung annimmt. Hierbei treten sämmtliche Schare aus dem Boden, so daß das Geräth für den Transport geeignet ist.

In neuerer Zeit fertigt die Dombasle'sche Fabrik (Firma Ch. de Meixmeron de Dombasle in Nancy) diesen Cultivator auch mit einem etwas abweichenden Vordergestell, Taf. XII Fig. 9, welches um einen Zapfen vollständig drehbar ist, wodurch eine sehr bequeme Wendung an den Kopfenden des Ackerstückes ermöglicht wird. Da hierbei der Balken g hinderlich sein würde, so ist derselbe aus Schmiedeeisen gefertigt und an der Stelle, wo beim Einlenken die Vorderräder den Balken streifen würden, mit einer starken Kröpfung versehen, um den Vorderwagen ohne Hinderniß wenden zu können. (Scarificateur à col de cygne). Die Stellvorrichtung für den Vorderwagen befindet sich bei dieser Anordnung zwischen dem Balken g und dem Bügel h.

Das Geräth wird in folgenden zwei Größen ausgeführt:

Arbeitsbreite. Meter	Anzahl der Schare.	Erforderliche Zugkraft.	Gewicht. Kilogramm	Preis. Francs
1.00	7	3 bis 4 Pferde	315	295
1.33	9	4 „ 6 „	335	320

Der Universalcultivator von Rud. Sack in Plagwitz dient sowohl zum Exstirpiren, Grubbern und Skarificiren als auch zur Reihenbearbeitung (vergl. die folgende Abtheilung f.) und zum Furchenziehen für die Aussaat der Kartoffeln. Die Schare sind an gemeinschaftlich verkuppelten Hebeln angebracht und können für verschiedene Tiefe eingestellt werden. Das Fahrgestell ist mit einem Vorderwagen verbunden, welcher die nämliche Anordnung besitzt wie derjenige der Sack'schen Drills, Band II Taf. III, bei welchen die Steuerstange nach hinten geleitet ist und von dem hinter dem Geräth gehenden Arbeiter gehandhabt wird. Die Spurweite der Fahrräder und die Reihenweite der Schare sind in sehr weiten Grenzen veränderlich. Für das Exstirpiren werden 6 bis 9 Schare mit flachen Doppelschneiden in zwei Reihen hintereinander eingesetzt; die beiden Endschare haben an der äußeren Seite derartig verlängerte Blätter, daß sie über der Radspur übergreifen und diese somit ebenfalls lockern. Bei 7 Scharen beträgt die Arbeitsbreite 1.10 Meter. Soll der Cultivator bei der Frühjahrsbestellung verwendet werden, um den im Herbste gepflügten Acker zu lockern, so kommen schmale Grubberschare in Verwendung, und zwar bei schwerem Boden und tiefer Arbeit 6 bis 7 in 0.94 bez. 1.10 Meter Arbeitsbreite, für leichtere Arbeit 9 Schare in 1.18 Meter Breite. Soll das Geräth als Skarifikator verwendet werden, so werden 7 Pflugkolter, ebenfalls in zwei Reihen versetzt hinter einander, benutzt, welche den Boden in einer Breite von 0.92 Meter bearbeiten. In dieser Anordnung dient das Geräth vornämlich zum Umbrechen der Wiesen; die Rasennarbe wird über Kreuz 0.08 bis 0.10 Meter tief im Quadrate geschnitten und hierauf mit dem gewöhnlichen Pfluge mit Schälschar gepflügt. Letzteres wird derartig gestellt, daß es den im Quadrate geschnittenen Rasen 0.08 Meter tief abschält und in die Furche wirft, welche durch den nachfolgenden Pflugkörper überdeckt wird. Der nämliche Skarifikator kommt in Verwendung, um verquecken Boden kreuz und quer zu durchschneiden, worauf derselbe mit dem Exstirpator etwa 0.10 Meter tief bearbeitet wird.

Das Gewicht dieses Cultivators beträgt mit 7 Exstirpatorscharen 218 Kilogramm, der Preis einschl. derselben 188 Mark; der Preis für 9 Grubberschare beträgt 11.25 Mark, für 7 Skarifikatormesser 8.40 Mark.[1])

Howard's Skarifikator und Räderegge Fig. 143 kann als das Muster der neueren englischen Skarifikatoren bezeichnet werden. Das Geräth führt zumeist den Namen „Räderegge" (wheel harrow), gehört jedoch in die Gruppe der Cultivatoren, da der Tiefgang nicht durch das Gewicht des Geräthes, sondern durch die Räderstellung bewirkt wird. Die beiden Hinterräder sind an Hebeln befestigt, die auf einer in dem Gestell gelagerten Welle aufgesetzt sind. Durch Drehung der letzteren mittelst eines Stellhebels, der mit einem federnden Riegel in verschiedenen Ein-

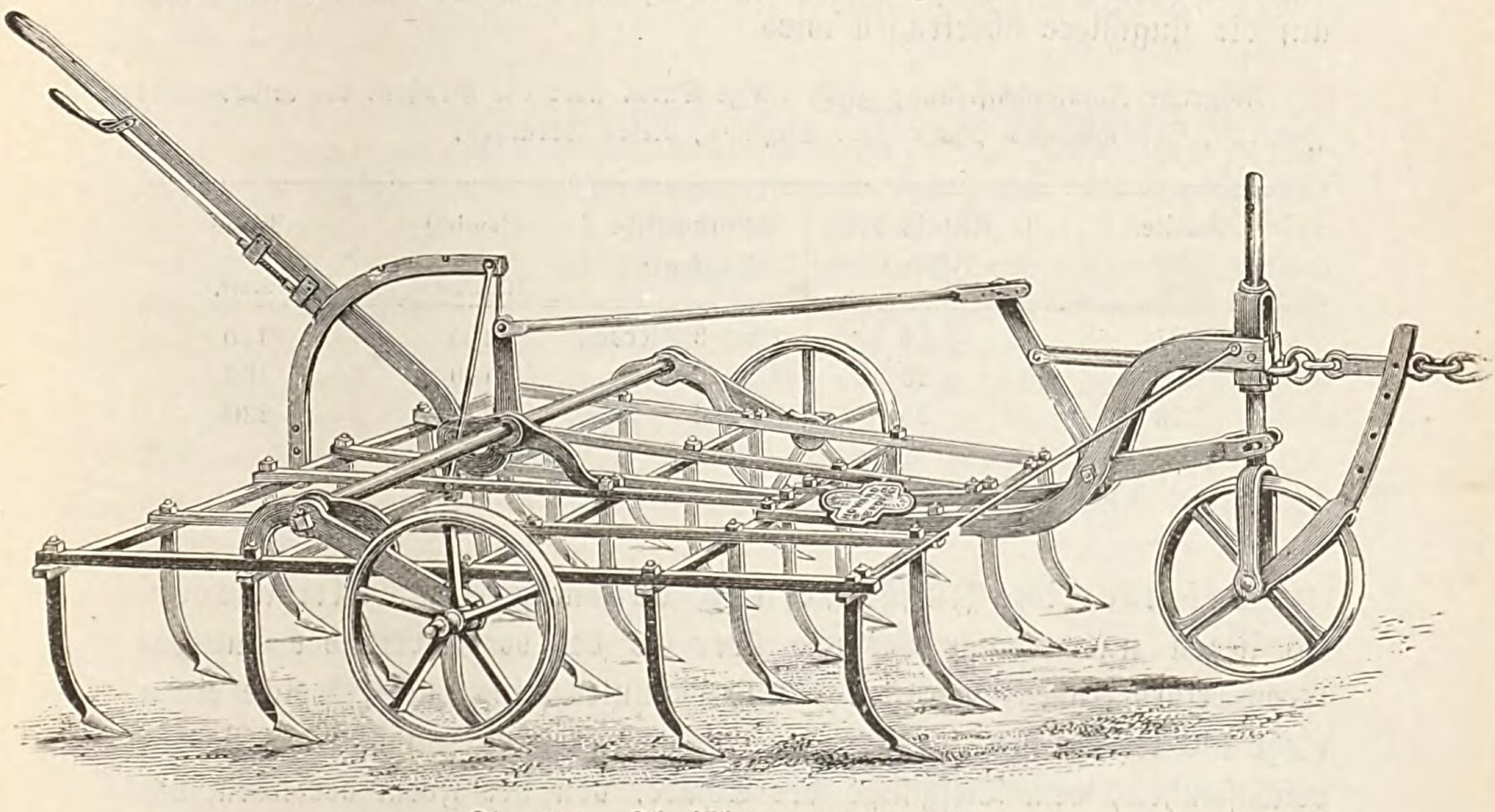


Fig. 143. Skarifikator von Howard.

kerbungen eines Kreissegmentes festgestellt werden kann, werden die Räder gehoben und gesenkt sowie in jeder Stellung erhalten. Das Vorderrad ist von einer Gabel umgriffen, die sich zu einem Stiele von rundem Querschnitte fortsetzt. Letzterer ist in dem nach aufwärts gebogenen Vordertheile des Rahmens drehbar und gleichzeitig in der Höhe stellbar. Die Einstellung erfolgt durch eine aus der Zeichnung ersichtliche Hebel- und Zugstangentransmission mittelst des erwähnten Stellhebels gleich-

1) Die ausführlichsten Mittheilungen und deutliche Abbildungen dieses werthvollen Geräthes, welches, wie erwähnt, auch in eine Pferdehacke umgewandelt werden kann, enthält das „Vierzehnte Preisverzeichniß von Rud. Sack's Geräthen und Maschinen zur Bodenbearbeitung ꝛc."; Plagwitz 1879.

zeitig mit den Hinterrädern. Der Zughaken für die Anspannung ist mit diesem Hebelwerke verbunden, so daß, wenn der Führer den Riegel anhebt (durch Anpressen des kleinen Winkelhebels gegen den Stellhebel) und die Zugthiere vorwärts schreiten, diese die Hebel derartig bewegen, daß sämmtliche Räder gesenkt, die Zinken somit aus dem Boden gehoben werden. Sobald der Führer den Riegel wieder einspringen läßt, hört die Einwirkung der Zugthiere auf die Hebel und somit auf die Stellung der Räder auf. Diese Einrichtung ist besonders von Werth, um bei etwaigen Verstopfungen die Zähne während des Ganges zu lüften, da bei dem hohen Gewichte des Geräthes die Aushebung desselben aus dem Boden eine erhebliche Anstrengung des Arbeiters erfordern würde, welche jetzt auf die Zugthiere übertragen wird.

Folgende Zusammenstellung giebt einige Daten über die Größen, die erforderliche Zugkraft, Gewichte und Preise (loco England) dieses Geräthes:

Breite. Meter.	Anzahl der Zähne.	Erforderliche Zugkraft.	Gewicht. Kilogramm.	Preis Mark.
1.37	18	2 bis 3 Pferde	165	170
1.68	23	4 „ 6 „	190	190
2.29	25	4 „	225	220

Erforderliche Zugkraft und Leistung der Cultivatoren. Es liegen nur wenige Versuche über die bei der Arbeit der Cultivatoren erforderliche Zugkraft vor und darunter keine solche, welche einen mehr als localen Werth besitzen. Die Zugkraft hängt ab von der Bodenbeschaffenheit, dem Tiefgange der Schare, von der Form derselben, der Arbeitsbreite und endlich von dem Gewichte und der Gesammtconstruction des Cultivators. Die nachfolgenden Resultate, welche bei der Prüfung von Cultivatoren durch die Königliche Ackerbaugesellschaft von England in Hull 1873 gewonnen wurden [1]), geben immerhin einige lehrreiche Aufschlüsse über die Arbeit dieser Geräthe:

1) The Journal of the Royal Agricultural Society of England, Band IX Seite 593; London 1873. Es sind in der nachfolgenden Uebersicht nur die Resultate der prämiirten Cultivatoren angeführt, während die Prüfung sich auf 28 Cultivatoren erstreckte.

Bodenart	Leichter Boden.		Schwerer Boden.		
Namen der Fabrikanten. .	Charles Clay.	Coleman & Morton.	Charles Clay.	William Hunt.	Coleman & Morton.
Zahl der Pferde.	„	4	4	4	4
Arbeitsbreite . . . Meter	1.14	1.47	1.22	1.43	1.47
Anzahl der Schare. . . .	5	7	„	„	„
Tiefgang d. Geräthe . Mtr.	0.08	0.08	0.12	0.13	0.13
Gewicht d. Geräthe Kilogr.	319	299	317	332	407
Mittlere Zugkraft . Kilogr.	347	505	633	809	983 / 689
Gewicht des gelockerten Bodens pro Mtr. Fahrt Kgr.	144	161	234	293	298
Arbeit zur Lockerung von 1 Kgr. d. Bodens Mtrkgr.	2.41	3.13	2.72	2.76	3.29 / 2.28

Es wurde zur Berechnung der beiden letzten Spalten angenommen, daß das Cubikmeter des bearbeiteten Bodens 1610 Kilogamm wiege. Die Exstirpatorschare bei der Arbeit auf leichtem Boden besaßen eine Breite von 0.25 Meter. Bei den Versuchen mit dem in der letzten Columne aufgeführten Cultivator von Coleman & Morton wurden anstatt der gewöhnlichen Hartgußschare solche aus Stahl verwendet, wodurch sich der Arbeitsaufwand für die Lockerung von 1 Kilogramm Boden von 3.29 auf 2.28 Meterkilogramm verminderte. Es zeigt dies, welche Sorgfalt auf die Benutzung der geeigneten Schare zu verwenden und wie vortheilhaft es ist, wenn diese ausgewechselt werden können. Bei den angeführten Proben war übrigens die den Zugthieren aufgebürdete Arbeit derartig beträchtlich, daß solche selbst bei sehr geringer Geschwindigkeit nur von außerordentlich starken Pferden und verhältnißmäßig kurze Zeit hindurch geleistet werden kann.

Einer der wesentlichsten Vorzüge der Exstirpatoren und Grubber, gegenüber dem Pfluge, besteht in der erheblich höheren, in der Regel verdreifachten Leistung, welche auf 1.50 bis 2 Hektar pro Tag angenommen werden kann. Demnach erweisen sich dieselben stets als vortheilhaft, wenn bei der Bearbeitung eine Wendung des Bodens nicht erforderlich ist, namentlich bei der Frühjahrsbestellung zum Krümeln der Herbstfurche. Hier bewirkt der Cultivator eine erhebliche Beschleunigung der Arbeit sowie eine Ersparung an Spannkräften, wodurch die Kosten des mehrscharigen Geräthes gewöhnlich in kürzester Zeit gedeckt werden.

c) **Die Eggen.**

Einleitung.

Zunächst dem Pfluge ist die Egge das wichtigste Geräth zur Bearbeitung des Bodens. Sie dient wie dieser den verschiedensten Zwecken, und zwar zum Lockern und Krümeln des Bodens nach dem Pflügen, zum Ebenen des Bodens und zur Unterbringung der Saat sowie des Düngers.

Ferner in umfassendem Maße zum Vertilgen der Unkräuter, zur Verjüngung vernarbter Futterflächen sowie zum Aufeggen der jungen, im Wachsthume begriffenen Pflanzen, wobei dieselben durch die Eggenzähne behäufelt werden, während bei tiefwurzelnden Gewächsen in Folge des Oeffnens des Bodens der Luftzutritt zu den Pflanzen ermöglicht wird.

Charakteristisch für sämmtliche Eggen ist, daß dieselben durch ihr eigenes Gewicht in den Boden gedrückt werden, so daß die Arbeitstiefe derselben in erster Reihe von der Schwere bez. den auf jeden einzelnen Eggenzahn kommenden Druck, ferner aber auch von der Beschaffenheit des Bodens und von der Form der Zähne abhängt. Eine Einstellung des Tiefganges durch Räder oder Stelzen findet in der Regel nicht statt. Letztere würden dem Geräth einen geradlinigen Gang verleihen, während sich beim Fehlen derselben die Fortbewegungsrichtung stetig ändert, und zwar wegen der wechselnden Widerstände, welche die einzelnen Zähne zu überwinden haben. Sobald ein Zahn auf ein verstärktes Hinderniß trifft, z. B. auf eine harte Scholle, so bleibt derselbe und damit der betreffende Theil der Egge in der Fortbewegung zurück; da diese Widerstände im Boden stetig wechseln, so nimmt die Egge einen schlängelnden Gang an. In Folge desselben werden die zu krümelnden Schollen von den verschiedensten Seiten in Angriff genommen, wodurch eine vollkommenere Wirkung erzielt wird, als wenn die Egge stets in gerader Richtung fortschreitet. Da man überdies die Egge in schneller Gangart arbeiten läßt und die Zähne zumeist keine scharfen Schneiden wie die Pflugkolter, sondern abgestumpfte Arbeitsflächen besitzen, so erfolgt die krümelnde Wirkung vorwiegend durch den Stoß, welcher ein Zertrümmern der Massen und nur in beschränktem Maße ein Zerschneiden derselben zur Folge hat. Um die hierzu erforderliche schnelle Gangart zu erreichen, bespannt man die Eggen fast allgemein mit Pferden, die zuweilen sogar im Trabe verwendet werden; eine Ochsenbespannung findet nur in seltenen Fällen statt.

Da die äußere Gestalt des Eggenrahmens oder das Material desselben keinen wesentlichen Einfluß auf die Arbeit ausüben, wenn sonst die Anordnung desselben den weiter unten aufzuführenden Bedingungen entspricht, so pflegt man die Eggen gewöhnlich nach ihrer Schwere einzutheilen, da von dieser, wie bereits erwähnt, die Wirkungsweise vorwiegend abhängt. Danach werden unterschieden:

1) leichte Eggen im Gewichte von 15 bis 25 Kilogramm, welche zum Ebenen leichten Bodens und zum flachen Unterbringen der Saat dienen;

2) mittelschwere Eggen im Gewichte von 25 bis 50 Kilogramm, zur tieferen Lockerung bei leichtem Boden, zu den gewöhnlichen Arbeiten in mittlerem Boden, zum Ausjäten des Unkrautes;

3) schwere Eggen im Gewichte bis 150, ausnahmsweise für schwerste Thonböden auch bis 200 Kilogramm, zum Zerkleinern harter Schollen auf schwerem Boden.

Für die Anordnung der Eggenzähne gilt als Grundsatz, daß jeder Zahn eine besondere Furche ziehen soll und daß die Entfernung der einzelnen Eggenstriche eine gleiche sei. Niemals sollen zwei oder mehr Zähne in der nämlichen Furche arbeiten. Die Entfernung der benachbarten Eggenstriche beträgt bei leichten Eggen zum Ebenen des Bodens etwa 0.05 Meter, bei mittelschweren Eggen etwa 0.06 bis 0.07 und bei schweren Eggen, welche zum Tiefeggen auf schwerem Boden in Verwendung kommen, 0.08 Meter. Die Arbeitstiefe beträgt 0.06 bis 0.10 Meter; die schwersten englischen Eggen durchschneiden aber den Boden in einer Tiefe von 0.15 bis 0.18 Meter. Es möchte sich jedoch in der Regel empfehlen, für diesen Tiefgang anstatt der Egge den Skarifikator anzuwenden, da sich erstere hierbei leicht durch Unkraut und Erdklöße verstopft. Jener fängt da an, seine Nützlichkeit zu zeigen, wo die Wirksamkeit der Egge aufhört.

Bei der geringen Entfernung der Eggenstriche müssen die Zähne schräg hinter einander angeordnet werden, um den Abstand der benachbarten Zähne in dem Rahmen möglichst groß zu machen. Andernfalls würden dieselben sich bei der Arbeit sofort verstopfen. Es fragt sich, in welcher Weise die Zähne der Egge angeordnet sein müssen, um der Bedingung zu genügen, daß je zwei benachbarte Eggenstriche gleich weit von einander entfernt sind und niemals mehr als ein Zahn eine Furche erzeuge.

Denken wir uns eine Egge mit rechtwinkligem Rahmen, Fig. 144, in welchem die Zähne an parallelen, gleich weit von einander abstehenden Längsbalken in gleichen Entfernungen eingesetzt sind. Der Angriffspunkt der Zugkraft wird bei gleichmäßiger Vertheilung der Zähne in dem Rahmen im geometrischen Mittelpunkte desselben m liegen. Theilt man a b, d. h. den Abstand zweier benachbarter Längsreihen im Rahmen, in so viel gleiche Theile, als die Egge in der Längenrichtung Zähne erhalten soll und verbindet den Theilpunkt 1 mit dem hintersten Zahne c der zweiten Reihe, so stellt diese Verbindungslinie die Richtung der Zugkraft dar. Wie leicht ersichtlich, besteht bei der rechteckigen und quadratischen Egge noch eine zweite Zugrichtung P_1, bei welcher die angegebene Bedingung für den richtigen Gang des Gerätheß gleichfalls erfüllt wird, wobei die Winkel P m d und P_1 m d gleich groß sind. Die in Fig. 144 zur rechten Seite dargestellte Egge zeigt diese Arbeitsstellung in der Zugrichtung P_1.

Für die Rhomboidalegge Fig. 145 gilt die nämliche Betrachtung; jedoch besteht bei derselben nur eine richtige Zuglinie P.

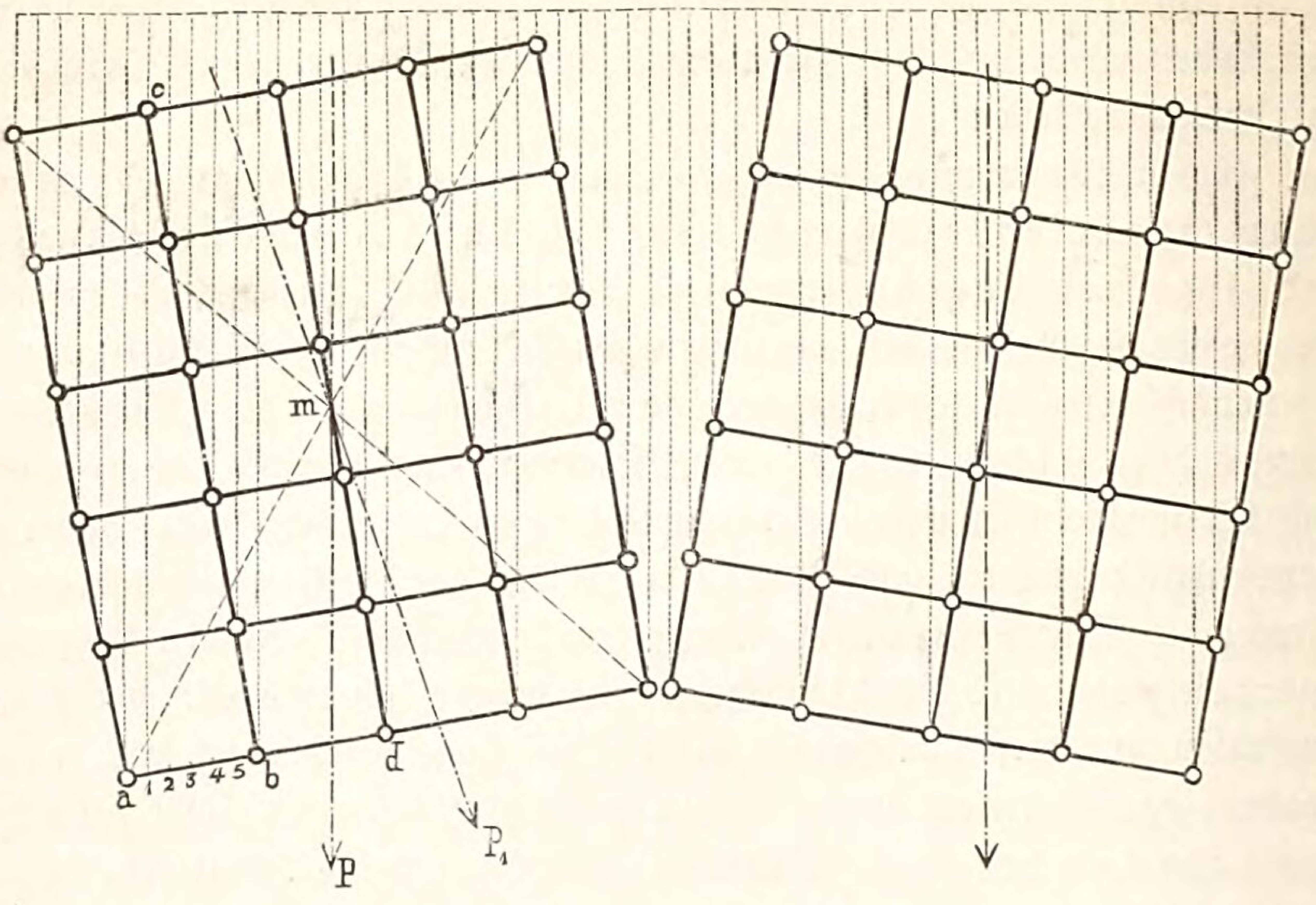


Fig. 144. Diagramm der rechteckigen Egge.

Die Wirkung der Zugkraft in der Verticalebene soll derartig sein, daß sämmtliche Zähne der Egge gleich tief in dem Boden arbeiten, daß also weder die vorderen noch die hinteren Zähne die Tendenz erhalten, sich aus dem Boden zu heben. Denken wir uns anstatt der Egge einen mit drei Zähnen in gleichen Abständen besetzten Balken und nehmen an, daß derselbe im Boden in der Längenrichtung fortbewegt werde. Die Zugkraft soll an dem vorderen Zahne angreifen und entsprechend der Schulterhöhe der vorgespannten Pferde schräg nach aufwärts gerichtet sein, Fig 146. Die Zugkraft P kann in zwei Kräfte R und Q zerlegt werden, von denen $R = P \cos \alpha$ das Bestreben hat, an dem Hebel h, der Höhe des Anspannungspunktes über der Zahnspitze, angreifend, die Egge derartig vorn über zu drehen, daß die hinteren Zähne aus dem Boden gehoben werden. Diesem Kraftmomente muß das Gleichgewicht gehalten werden durch die Kraft $Q = P \sin \alpha$, an-

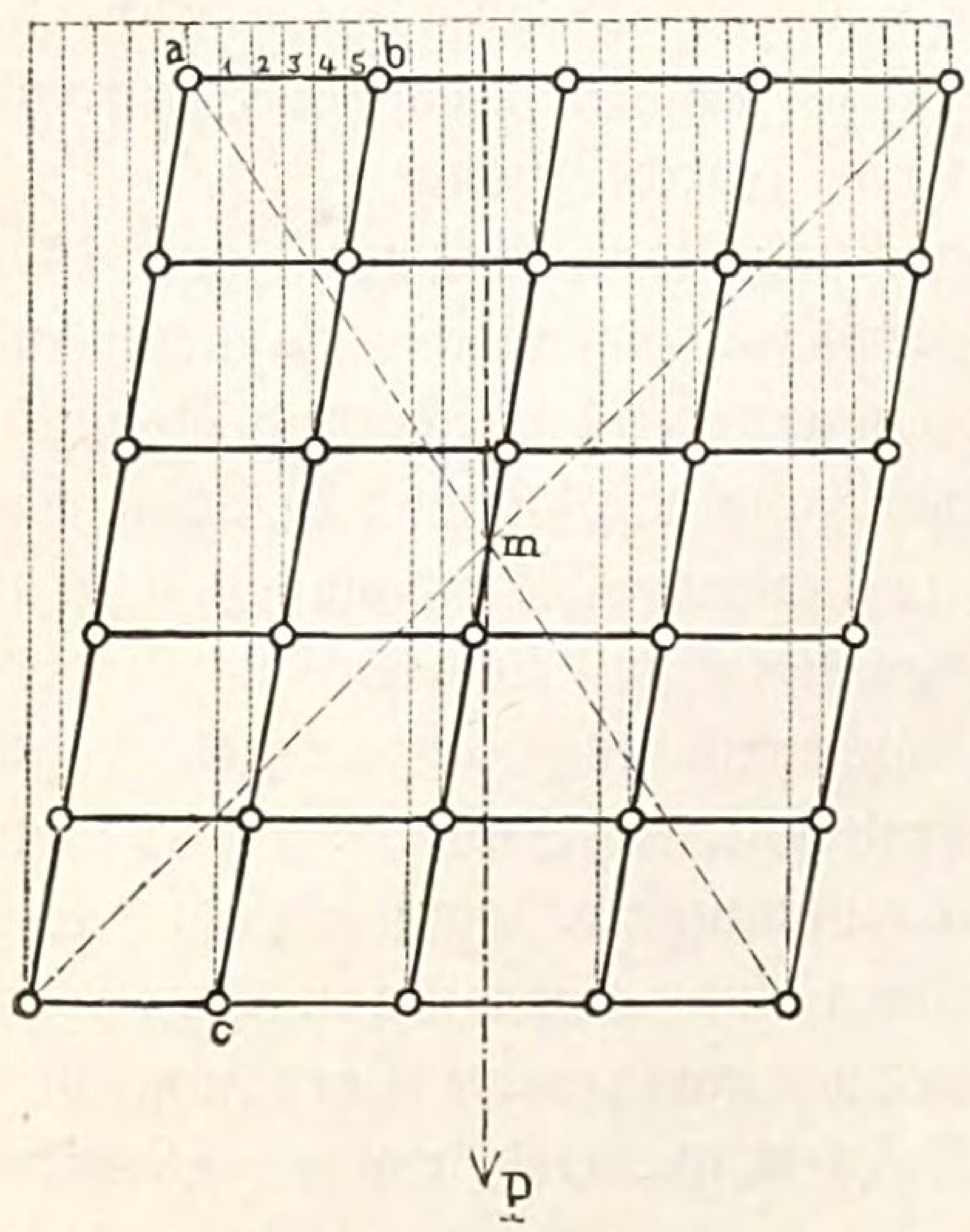


Fig. 145. Diagramm der Rhomboidalegge.

greifend an dem Hebel l, d. h. der Länge der Egge, welches Moment das Bestreben hat, die Egge vorn zu heben. In jedem Falle, sowohl wenn die Zugrichtung der Egge die Tendenz verleiht, vorn über zu kippen, also hinten aus dem Boden zu gehen, als auch wenn dieselbe eine derartige Wirkung ausübt, daß die Egge die Neigung erhält, sich vorn zu heben, wird das Gewicht der Egge, G, an dem Schwerpunkte angreifend, dies zu verhindern bestrebt sein. Lassen wir dasselbe hier unberücksichtigt, so ergiebt sich das Gleichgewicht, sobald $P \cos \alpha \, h = P \sin \alpha \, l$, oder wenn $h = l \tang \alpha$ ist.

Da es aus practischen Gründen nicht zulässig ist, die Anspannung an dem vorderen Zahne zu bewerkstelligen, so verlegt man dieselbe an den Balkenkopf; nur muß dieselbe hierbei von der Zuglinie AP geschnitten werden.

Der Winkel α, von dessen richtiger Wahl das verticale Gleichgewicht der Egge abhängt, wird bestimmt durch die Höhe des Anspannungspunktes (die Kummethöhe als constant angenommen) und die Länge der Anspannung. Wird α größer, so erhält die Egge die Tendenz, vorn aus dem Boden zu gehen, während wenn α kleiner wird, dieselbe vorn tiefer geht. Mit anderen Worten: Geht die Egge vorn zu tief in dem Boden, soll dieselbe also hinten

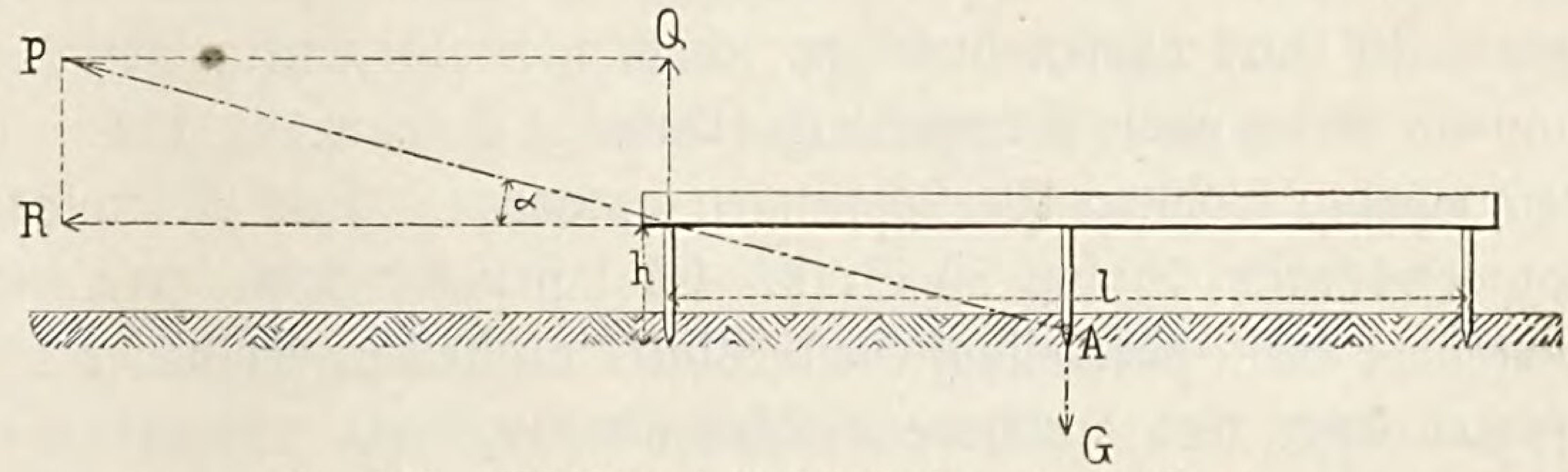


Fig. 146. Wirkung der Zugkraft auf die Egge.

gesenkt werden, so muß der Anspannungspunkt tiefer gelegt oder die Anspannung verkürzt werden; geht dagegen die Egge hinten zu tief in dem Boden, soll dieselbe demnach vorn gesenkt werden, so muß der Anspannungspunkt höher gelegt oder die Anspannung verlängert werden.

Die Eggenzähne.

Der wichtigste Theil der Egge sind die Zähne oder Zinken. Die Form derselben übt einen wesentlichen Einfluß auf die Wirksamkeit der Egge aus. Zum Zerkleinern sehr schweren und stark mit Unkraut durchwachsenen Bodens empfiehlt sich eine Zahnform nach Art des Pflugkolters, besonders in dem Falle, daß eigentlich von der Egge die Arbeit des Skarifikators verlangt wird. Dagegen wird diese Form ganz ungeeignet sein, um den Boden zu mischen oder ein Unterbringen der Saat und des Düngers zu bewerkstelligen; für diese Fälle wendet man am besten Zähne

von quadratischem oder stumpf-messerförmigem Querschnitte an. Bei quadratischer Form stellt man die Zähne spießkantig zur Fortbewegungsrichtung, so daß eine scharfe Kante nach vorn steht. Der runde Querschnitt, welcher vorwiegend bei hölzernen Zähnen Anwendung findet, aber zuweilen auch bei solchen aus Eisen, eignet sich namentlich gut für das Heraufbringen des Unkrautes. So werden z. B. durch runde Zähne Quecken ungeschnitten aus dem Boden gehoben, während dieselben von scharfen Zähnen in der Regel zerschnitten werden, was bekanntlich ihrer weiteren Entwicklung nur förderlich ist.

Als Material der Zähne dient entweder Holz oder Eisen. Die älteren Eggen waren durchgehends mit hölzernen Zähnen versehen, die sich jedoch nur für leichten Boden und leichte Arbeit, wie Ebenen, Unterbringen u. s. w. eignen; sie werden aus einer sehr zähen und festen Holzart, wie Esche oder Eiche gefertigt. In neuerer Zeit wendet man jedoch vorwiegend schmiedeeiserne Zähne an, die zuweilen, bei den Eggen mit kolterartigen Schneiden, an ihrem arbeitenden unteren Theile verstählt werden; im Allgemeinen hat sich dieses jedoch nicht als erforderlich herausgestellt.

Die Zähne stehen in der Regel nicht vertical, sondern mit der Spitze nach vorn geneigt, weil sie in diesem Falle leichter in den Boden eindringen. Zu stark dürfen dieselben jedoch niemals geneigt sein, da sich alsdann die Erde sowie Düngerstroh, Unkraut u. s. w. an ihnen heraufschieben würde, wodurch Verstopfungen entstehen. Der Neigungswinkel beträgt gewöhnlich 70 bis 80 Grad. Es lassen sich keine genauen Vorschriften über den vortheilhaftesten Winkel aufstellen, da dieser mit dem Zwecke der Egge und der Bodenbeschaffenheit wechselt. Zuweilen wendet man die Eggen, namentlich solche mit schwach gekrümmten Zähnen, in beiden Richtungen an (Scharfeggen und Stumpfeggen), und zwar vorwärts, also mit concav gekrümmten Zähnen, zum Zwecke des Zerbrechens der Schollen, dagegen in umgekehrter Richtung mit den jetzt convex wirkenden Zähnen für die leichten Arbeiten, wie Ebenen und Unterbringen der Saat. Ganz senkrecht stellt man die Zähne der Egge gewöhnlich nur bei einigen Arten von rohen hölzernen Eggen mit ebenfalls hölzernen Rahmen. Es wird durch diese Anordnung der Widerstand bedeutend erhöht und findet weit leichter ein Zerbrechen einzelner Zähne beim Antreffen auf Hindernissen, z. B. Steinen, statt als bei schräg eingesetzten Zähnen. Die Zähne gehen nach unten in der Regel verjüngt zu; jedoch sind scharfe Spitzen nicht empfehlenswerth, da diese sich schnell abnutzen, auch bei weichem Boden häufig ein zu tiefes Einsinken der Egge in den Boden stattfindet.

Die Länge der Zähne beträgt 0.15 bis 0.25 Meter, ausnahmsweise auch bis 0.32 Meter. Bei leichten Eggen mit hölzernen Zähnen erhalten

letztere eine Länge von durchschnittlich 0.16 Meter (selbstverständlich unter dem Balken gemessen).

Die Befestigung der Eggenzähne in den Balken erfolgt in verschiedener Weise. Am meisten empfiehlt sich die Befestigung durch Schraubenmuttern, zu welchem Zwecke der Balken in der Mitte und in der Richtung, welche der Zahn erhalten soll, also gewöhnlich schräg, durchbohrt wird. Der Zahn wird oben mit einem Schraubengewinde versehen und mittelst einer Mutter, bei hölzernen Balken mit untergelegter Scheibe aus Eisenblech, angezogen. Anstatt dieser Befestigungsmethode, welche ein Herausnehmen und Neueinsetzen sehr bequem gestattet, werden die Zähne auch mit dem Rahmen vernietet, was wohl den Vortheil gewährt, daß ein Lockerwerden nicht leicht stattfinden kann, dagegen aber auch beim Erneuern der Zähne oft Zeitverluste herbeiführt. Will man bei Eggen mit hölzernen Balken die eisernen Zähne annieten, so muß zwischen diesen und dem Nietkopfe eine starke Unterlegscheibe gelegt werden, weil andernfalls die Befestigungsmethode keinen Halt gewähren würde. Zuweilen befestigt man eine Reihe von Zähnen an einem gemeinschaftlichen Balken derartig, daß man dieselben mit Querbohrungen versieht und einen Draht hindurch zieht, welcher somit auf dem Balken zu liegen kommt. Diese Methode hat den Uebelstand zur Folge, daß das Herausnehmen eines Zahnes nicht möglich, ohne daß sämmtliche Zähne der Reihe gelöst werden. Hölzerne Zähne werden in der Regel von oben durch den Eggenrahmen hindurchgetrieben, wobei sie, wenn sie schwach conisch gefertigt sind, einen genügenden Halt bekommen. Es empfiehlt sich bei dieser Befestigungsmethode, vor dem Eintreiben den Kopf jedes Zahnes mit einer Säge aufzuschlitzen und nach richtiger Stellung im Rahmen einen Keil in den Schlitz einzutreiben, so daß der Zahnumfang fest gegen die Bohrung des Balkens angepreßt wird.

Die Anzahl der Zähne in dem gemeinschaftlichen Rahmen wird sehr verschieden gewählt. Je kleiner die von den Eggenzähnen in steifem Rahmen bedeckte Bodenfläche ist, desto vollkommener accommodirt sich das Geräth den Unebenheiten des Bodens; es gilt deshalb allgemein als vortheilhafter, mehrere Eggen lose zu verkuppeln, um die Zugkraft voll in Anspruch zu nehmen, als den Rahmen und dem entsprechend die Zähnezahl einer einzigen Egge größer zu machen. Als Minimum kann man 10 bis 15 Zähne, als Maximum 36 bis 42 in einem festen Rahmen annehmen. Im Durchschnitte erhalten die rechteckigen, rhomboidalen und Zickzackeggen 20 bis 24 Zähne, welche gewöhnlich in vier Reihen in der Breite und in fünf bis sechs Reihen in der Längenrichtung angeordnet werden.

Wir unterscheiden folgende zwei Gruppen von Eggen:

1) Eggen mit festen Rahmen,

2) Gliedereggen.

Während bei den ersteren eine größere Anzahl von Zähnen in einem festen Rahmen angeordnet ist, befinden sich bei den Gliedereggen die Zähne in einem biegsamen, panzerartigen Rahmen, so daß sich dieselben der Oberfläche des Bodens vollkommen accomodiren. Sie eignen sich demnach für die feineren Arbeiten, wie das Unterbringen feiner Sämereien, das Verjüngen der Wiesen, Ebenen von Maulwurfshaufen u. s. w., wo eine gute Arbeit nur bei einem vollständigen Anschmiegen an der Bodenoberfläche erzielt werden kann.

1. Eggen mit festen Rahmen.

Als Beispiel einer Egge mit hölzernem, rhomboidalem Rahmen ist auf Taf. XIII Fig. 1 und 2 der Grundriß und die Seitenansicht einer der verbreitetsten Eggen dieser Gruppe, der Valcourt-Egge, dargestellt. Das Gestell derselben wird aus vier Längsbalken a gebildet, welche von drei Latten b überblattet sind. An diesen sind die beiden Balken c angeschraubt, welche den Rahmen fest zusammenhalten, überdies aber als Schlittenkufen in Verwendung kommen, wenn die Egge transportirt wird. Die gewöhnlichen Abmessungen des Rahmens sind folgende:

	Länge. Meter.	Breite. Meter.	Höhe. Meter.
Längsbalken a	1.49	0.11	0.08
Latten b	1.00	0.09	0.02
Balken c	1.33	0.08	0.07

Die Egge erhält in der Regel 24 Zähne, zumeist von rundem Querschnitte; dieselben sind schräg gestellt und stehen 0.16 bis 0.20 Meter aus dem Rahmen hervor. Der runde Querschnitt wird in neuerer Zeit dem früher vielfach angewendeten quadratischen vorgezogen, weil die Zähne mit ersterem das Unkraut, ohne dasselbe zu zerschneiden, aus dem Boden ziehen. Oben sind die Zähne von quadratischem Querschnitte und schwach verjüngt; sie werden wie Nägel durch den schräg angebohrten Balken getrieben und erhalten hierdurch eine hinlänglich sichere Befestigung. In der Construction von Dombasle in Nancy wird jeder Zahn noch durch eine Schraube befestigt, welche seitlich durch den Balken und den Zahn

gezogen und mittelst einer Mutter verschraubt wird. Diese Anordnung gewährt namentlich den Vortheil, daß der Balken nicht aufspalten kann, was früher bei zu starkem Eintreiben der Zähne häufig vorkam.

Die Anspannung erfolgt mit Hülfe der Kette d; der Anspannungsring e befindet sich jedoch nicht in der Mitte der Kette sondern seitwärts, derartig, daß derselbe gerade von der Mittellinie der Egge geschnitten wird. In diesem Falle erfüllt die Egge die Bedingung, daß jeder Zahn eine Furche für sich zieht und die Furchenentfernung überall gleich weit ist. In der Regel werden zwei Eggen dieser Construction durch mehrere Kettenglieder verkuppelt, welche den beiden Sätzen eine vollkommen unabhängige Beweglichkeit in der Verticalrichtung gestatten. Der Anspannungsbalken wird an den kurzen, von dem Ringe e abgeleiteten Ketten beider Sätze angehängt.

In der Ausführung von Dombasle beträgt die Furchenentfernung 0.052 Meter, die Arbeitsbreite demnach bei 24 Zähnen 1.25 Meter; das Gewicht der Egge in leichter Construction für ein Pferd 36, für zwei Pferde 61 Kilogramm. In ersterem Falle erhalten die Zähne eine Länge von 0.16, im zweiten von 0.19 Meter, jedesmal von der Spitze bis zur Unterkante des Balkens gemessen.

Nach dem nämlichen Systeme sind die schottischen Rhomboidaleggen gefertigt, welche entweder mit einem hölzernen oder eisernen Rahmen ausgerüstet werden. Die Zähnezahl beträgt in jedem Satze 20, in vier Quer- und fünf Längsreihen. Es werden gewöhnlich zwei Sätze zusammengekuppelt und geschieht dies mittelst zweier, in der Verlängerung des vorderen und hinteren Querbalkens angebrachter Gelenke, welche auch ein Zusammenlegen beider Sätze für den Transport ermöglichen. Die Anspannung erfolgt mittelst einer gemeinschaftlichen Wage, welche an jedem Satze durch einen Stellbügel mit verschiedenen Löchern seitlich bewegt werden kann.

Dreieckige Eggen. Es bedarf nach dem Vorausgegangenen keines weiteren Nachweises, daß eine Egge, deren Rahmen in der Grundform ein Dreieck bildet, ebenso gut die Bedingungen erfüllen kann, welche an eine gute Egge gestellt werden, als eine Egge mit viereckigem Rahmen. Sehr viel Verbreitung hat namentlich die Walz'sche Luzernegge gefunden, deren Gestell aus einem hölzernen, dreieckigen Rahmen besteht, welcher in der Mittelachse, d. h. der Bewegungsrichtung, durch einen auf dem Rahmen aufliegenden und mit diesem verschraubten Längsbalken und hinten durch zwei ziemlich nahe an einander liegende Querbalken zusammengehalten wird. Der mittlere Längsbalken trägt vorn, wo er über der Spitze des dreieckigen Rahmens hervorragt, eine Stelze mit eisernem Schuh, die wie bei den Hohenheimer Pflügen auf und nieder gestellt werden

kann und an den hinteren Enden der beiden Dreieckseiten ebenfalls je eine Stelze der nämlichen Anordnung. An den beiden hinteren Querbalken sind zwei nach aufwärts gekrümmte Führungssterzen befestigt, welche vornämlich zum Ausheben des Geräthes bei Verstopfungen dienen. Die Egge besitzt 18 eiserne, unten schwach gekrümmte Zähne von quadratischen, spießkantig zur Bewegungsrichtung gestellten Querschnitten, welche theils in den seitlichen Dreiecksbalken, theils in den beiden hinteren Querbalken vertheilt sind. Der Hauptzweck dieser Egge ist das Durcheggen der Luzernfelder; jedoch wird dieselbe auch als Ersatz jeder anderen Egge und des Exstirpators in Anwendung gebracht. Da die Stelzen ein Schlängeln des Geräthes verhindern, so kann dasselbe mit gleichem Rechte zu der Gruppe der Exstirpatoren wie zu den Eggen gezählt werden. Die Walz'sche Egge, welche zweispännig verwendet wird, wiegt 83 Kilogramm und kostet in Hohenheim 62 Mark.

In Nordamerika finden die Eggen mit dreieckigen Rahmen eine weit umfassendere Verwendung als bei uns; die dort am meisten verbreitete Egge ist die in Fig. 147 dargestellte zusammenlegbare Egge von Geddes,

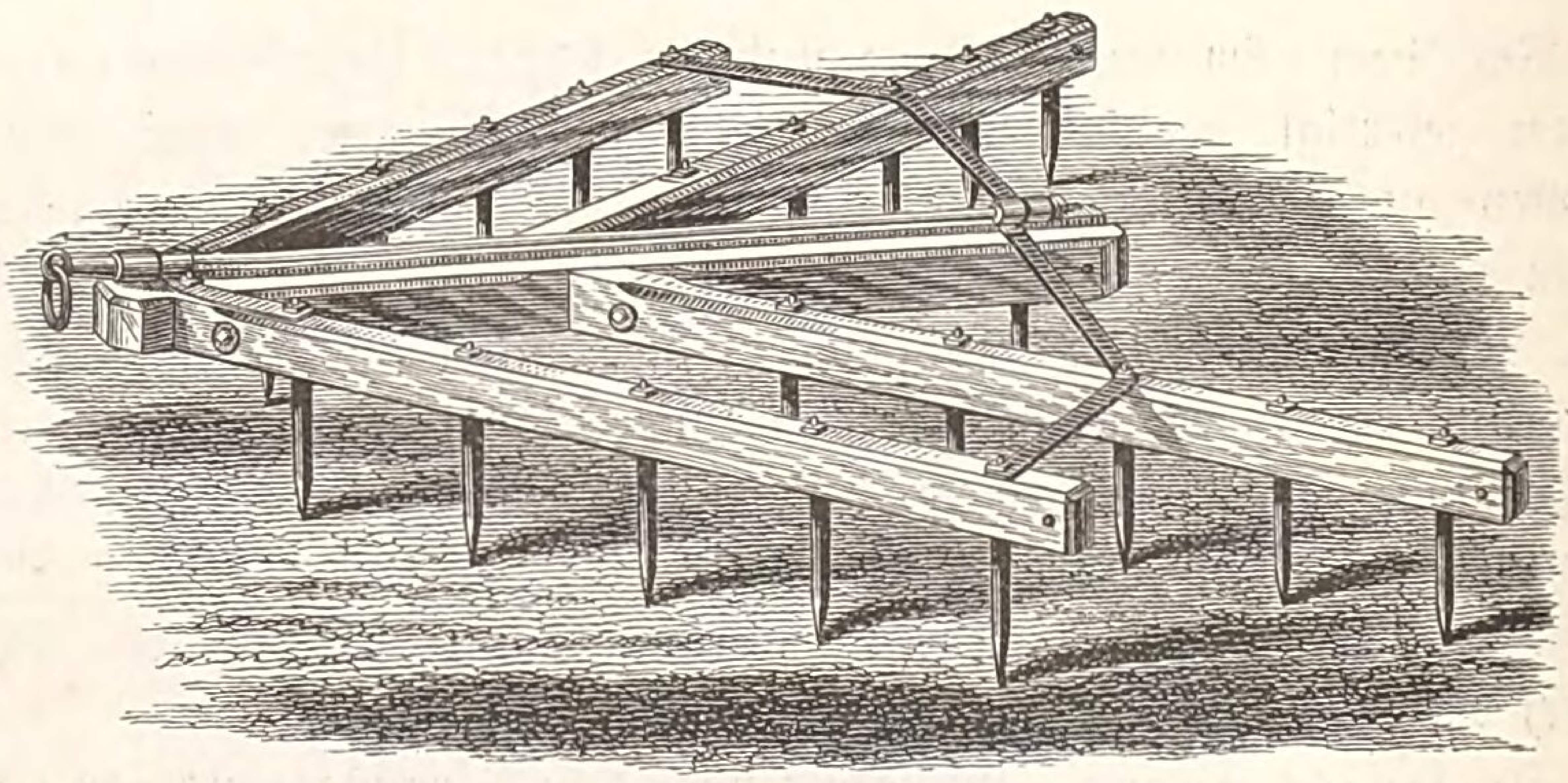


Fig. 147. Amerikanische Egge von Geddes.

aus zwei Sätzen mit je 7 bis 15 Zähnen bestehend. Die in der Mitte angebrachte Zugstange bildet den Charnierzapfen, um welchen der eine Satz für den Transport derartig gewendet werden kann, daß er auf den anderen zu liegen kommt. Die Benutzung dieser Egge wird namentlich für mangelhaft cultivirten Boden empfohlen, wo es zuweilen nothwendig wird, beim Antreffen größerer Steine oder Baumstämme die Arbeitsbreite zu verringern. Dieselbe beträgt, wenn die Egge auseinander gefaltet ist, 2.75 Meter, die Länge der Zähne 0.20 bis 0.25 Meter und deren Stärke 16 bis 25 Millimeter.

Werden die beiden seitlichen Dreiecksbalken nicht fest mit dem mittleren

Balken verbunden, sondern durch Charniere, welche eine Bewegung der Seitenbalken in der Horizontalebene gestatten, so entsteht die Expansionsegge, bei welcher durch Verstellung der Seitenbalken die Furchenweite geändert werden kann. Am hinteren Theile ist alsdann eine Vorrichtung vorhanden, um die Seitenbalken in jeder gewählten Stellung zu fixiren. Es ist leicht einzusehen, daß, wenn beide Seitenbalken unter gleichem Winkel zu dem Längsbalken geneigt sind, die Entfernung der einzelnen Furchen unter einander gleich bleibt, so daß die Egge in jeder Stellung den Anforderungen entspricht. Während diese Expansionseggen früher mehrfach in Anwendung waren, finden sie in neuerer Zeit fast keine Verwendung mehr, da durch die Anbringung der Charniere die noth-

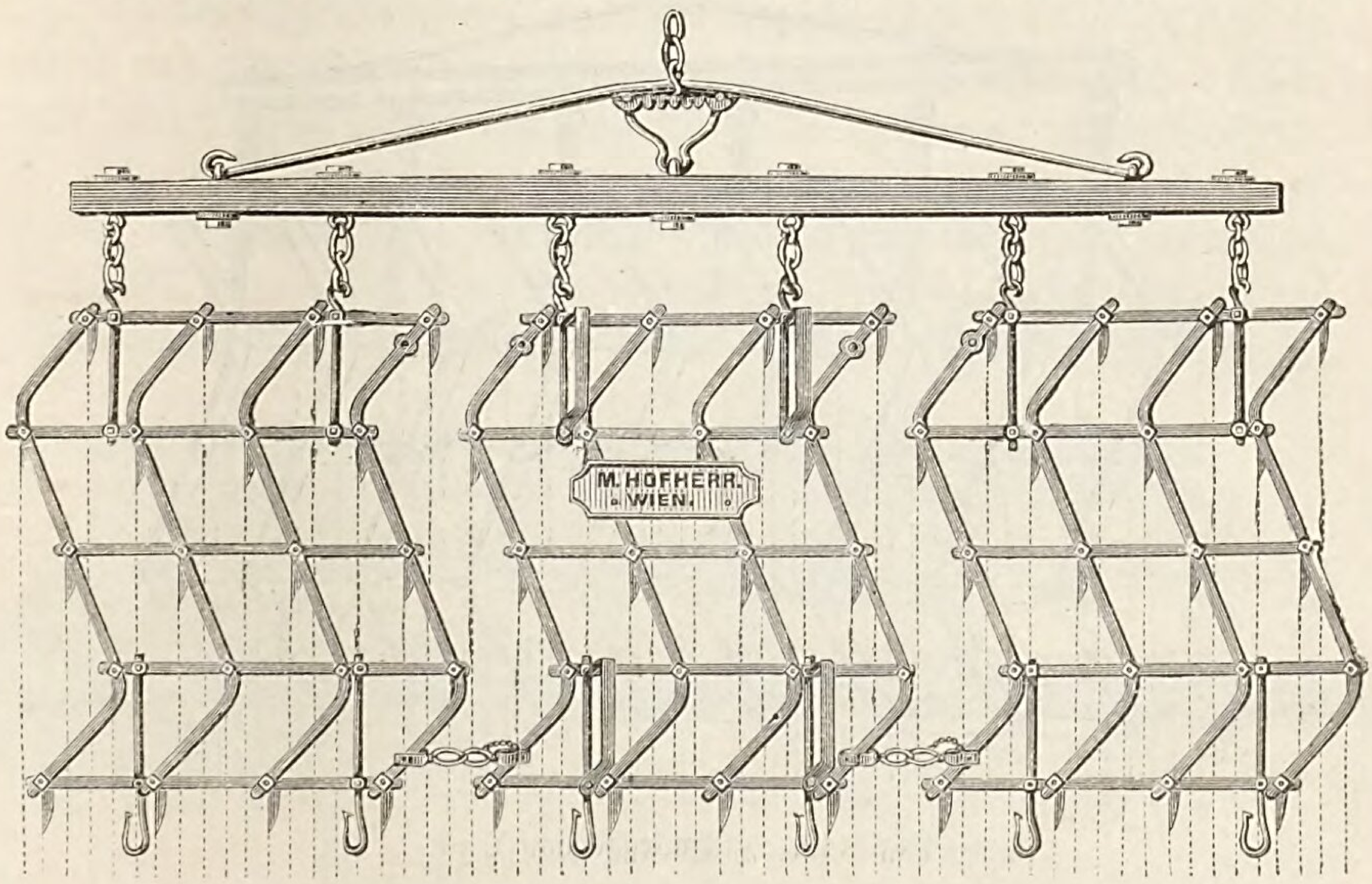


Fig. 148. Zickzackegge.

wendige Solidität des Rahmens eingeschränkt wird. Nur bei den Eggen zur Reihenbearbeitung werden sie in neuerer Zeit noch benutzt und wird in der Folge auf diese Specialconstructionen eingegangen werden.

Zickzackeggen. Diese zuerst von Saunders & Williams in Bedford gefertigten, später von Armstrong, Page und Howard ebendaselbst verbesserten, zuweilen mit dem Namen Bedfordeggen bezeichneten Eggen werden in England fast ausschließlich benutzt, finden aber in neuerer Zeit auch auf dem europäischen Continente vielfache Verwendung. Die generelle Disposition derselben ist aus Fig. 148 ersichtlich. Die aus Flacheisenschienen gefertigten Längsbalken sind zweimal unter einem stumpfen Winkel gekröpft und es ist die Anordnung eine derartige, daß die

in denselben befestigten Zähne sich niemals decken können, sondern stets parallele, gleich weit von einander abstehende Furchen ziehen. Jeder Eggensatz besteht aus vier bis sechs Querreihen und zwei bis vier Längsreihen; auf ebenem Boden wählt man die größere Anzahl der letzteren, auf Beeten die geringere. Es werden stets mehrere Sätze mittelst Ketten verkuppelt und in einem gemeinschaftlichen Anspannungsbalken eingehängt; häufig ist die Einrichtung getroffen, daß die Egge mit schräg gestellten Zähnen nach beiden Richtungen arbeiten kann, wie z. B. in Fig. 148. In der einen Richtung erfolgt alsdann ein Zerschneiden des Bodens, in der anderen ein Ebenen, Unterbringen der Saat und ähnliche leichte Arbeit.

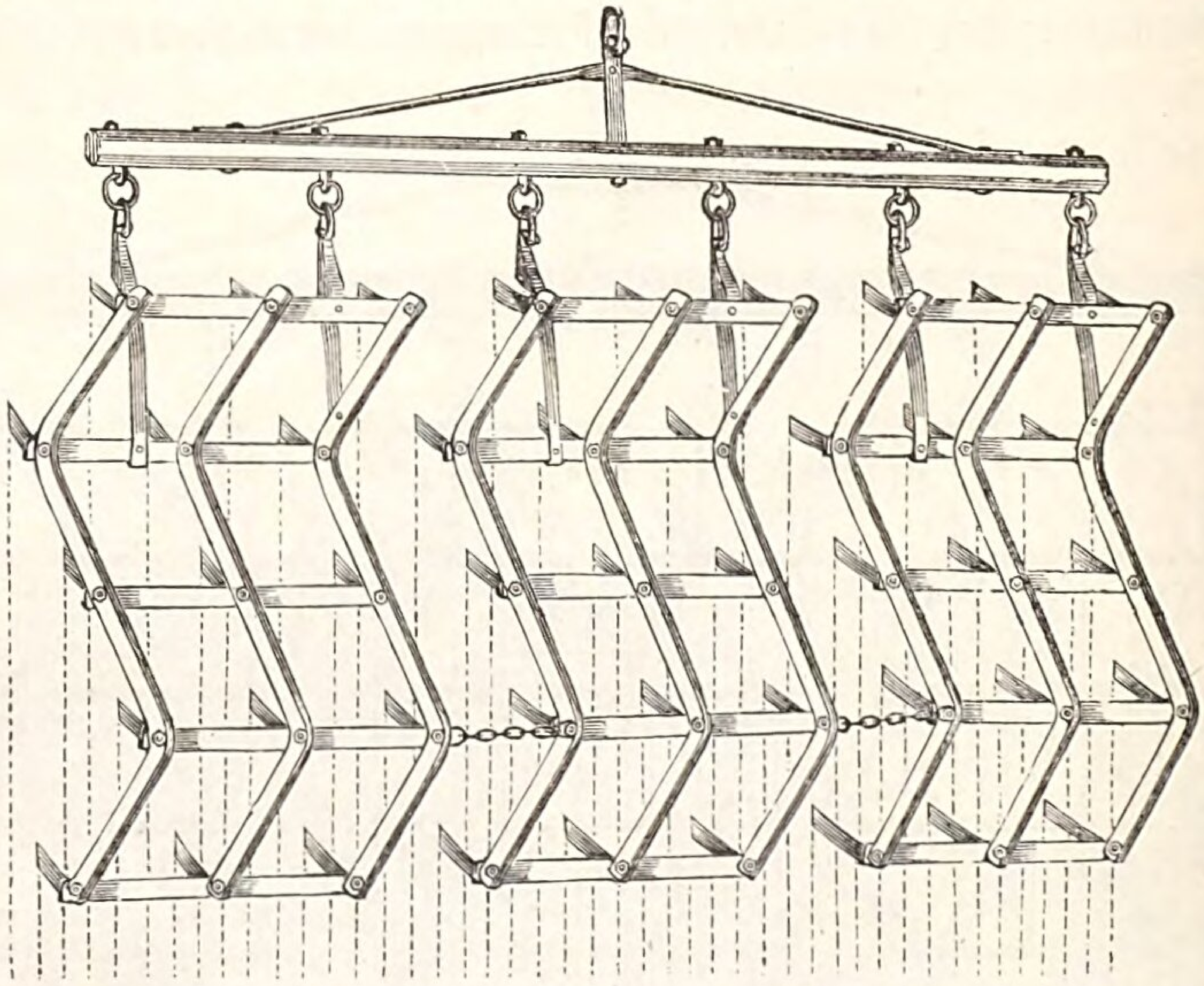


Fig. 149. Zickzackegge von Sack.

Die in Fig. 148 dargestellte, nach englischem Muster gefertigte Zickzackegge von M. Hofherr in Wien mit schwach gekrümmten, schmiedeeisernen Zähnen und verstählten Spitzen wird in zwei verschiedenen Stärken und mit zwei oder drei Sätzen geliefert; das Gewicht der leichteren Gattung beträgt 55 bez. 85, das der schwereren Gattung 80 bez. 115 Kilogramm; der Preis variirt zwischen 35 und 55 Gulden ö. W.

In vortrefflicher Construction und Ausführung werden die Zickzackeggen von Rud. Sack in Plagwitz gefertigt, und zwar in verschiedenster Schwere, Arbeitsbreite und Breite der einzelnen Eggensätze. Fig. 149 giebt ein Beispiel der Sack'schen Construction, aus welchem das Wesentliche der Anordnung ersichtlich ist. Die Balken sind aus L Eisen hergestellt, wodurch sie bei möglichster Leichtigkeit eine große Festigkeit erhalten. Die verstählten Enden der Zähne besitzen eine breite Basis, um nicht zu tief in den Boden einzudringen. Die vierbalkigen Eggen sind für ebenen Boden, die drei-

balkigen für gewölbte Beete bestimmt, denen sie sich besser accomodiren als erstere. Sack versieht diese Eggen auch mit Exstirpatorscharen, welche in den beiden hinteren Reihen anstatt der Eggenzähne eingesetzt werden; von manchen Seiten wird die Arbeit der so eingerichteten Eggen derjenigen der Exstirpatoren und Krümmer vorgezogen. Auch werden zuweilen in den beiden hinteren Reihen anstatt der Zähne sog. Messerschare angewendet, d. h. Instrumente nach Art der bei den Pferdehacken angewendeten Hackmesser, bei welchen das Messer rechtwinklig an dem Stiele angesetzt und schräg nach hinten gerichtet ist. Diese Einrichtung hat sich namentlich bei stark verunkrautetem Boden bewährt und werden mit derselben z. B. Wildhafer, Hederich u. s. w. gründlich zerstört, da alle Wurzeln abgeschnitten werden.

Bei den schweren Eggen beträgt der Furchenabstand 42 oder 50 Millimeter und die Länge der Zähne 0.26 Meter; die leichten Eggen haben 0.21 Meter lange Zähne und arbeiten in 35 Millimeter Furchenabstand.

Eine der beliebtesten, vorwiegend in England benutzte Zickzackegge ist die ostenglische Egge von Ransomes, Sims & Head, welche auf Taf. XIII Fig. 3 und 4 im Grundrisse und der Seitenansicht und in der Textfigur 150 in der perspectivischen Ansicht dargestellt ist. Eigen-

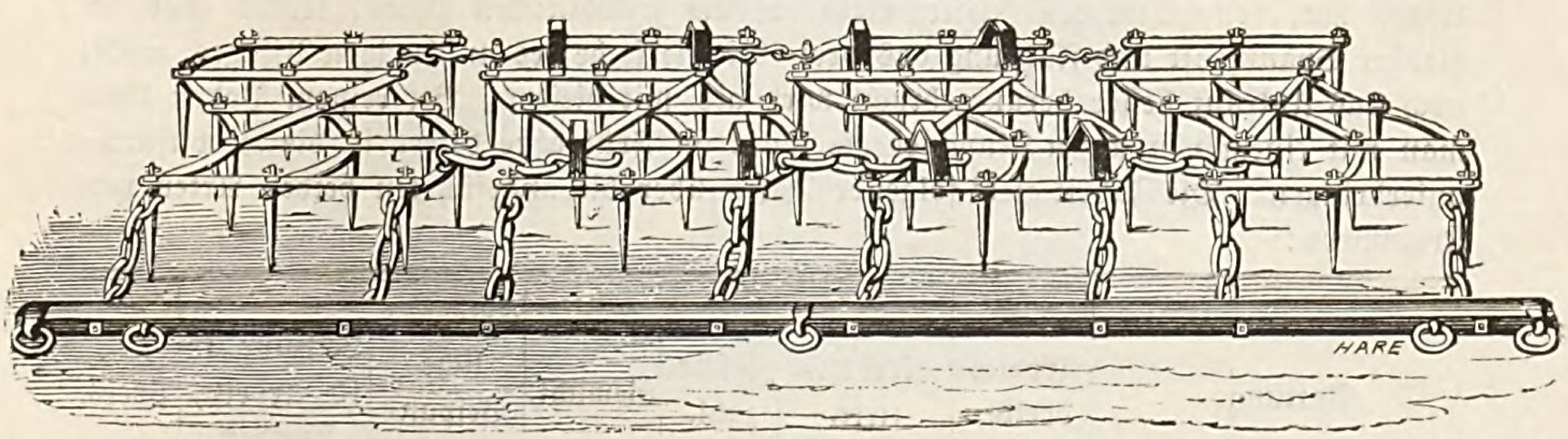


Fig. 150. Ostenglische Egge von Ransomes.

thümlich ist an derselben die Construction des Rahmens, welcher nicht aus scharf in Winkeln gebogenen Längsbalken, sondern aus geschweiften Balken und einer in der Diagonalrichtung angebrachten Versteifung zusammengesetzt ist. Hierdurch erhält die Egge bei nicht zu beträchtlicher Schwere eine außerordentliche Festigkeit. Diese Egge wird in drei Gattungen, als leichte, mittlere und schwere Egge, und jede derselben mit zwei, drei und vier Sätzen gefertigt. Das Gewicht der leichtesten Egge beträgt mit drei Sätzen 57 Kilogramm, das der schwersten mit drei Sätzen 113 Kilogramm.

Krümmereggen oder Krümmer sind Eggen, deren Zähne wie in Fig. 151 dargestellt, also lanzettförmig gestaltet sind. Sie werden zur Lockerung und Reinigung des Ackers von Quecken und anderem Unkraute

sowie zur Unterbringung der Saat verwendet. Der Rahmen besteht aus hartem Holze in dreieckiger oder quadratischer Form und wird derselbe an den Seiten mit Eisenschienen beschlagen. Die stählernen „Krümmerfüße", deren Zahl bei dem dreieckigen Krümmer gewöhnlich 9, bei dem viereckigen 15 beträgt, besitzen eine Länge von 0.20 bis 0.22 Meter, sind nach vorn gebogen und laufen in Scharen von 0.06 Meter Breite aus. Bei dem viereckigen Krümmer erfolgt die Anspannung an einer Ecke mit Hülfe einer Kette.

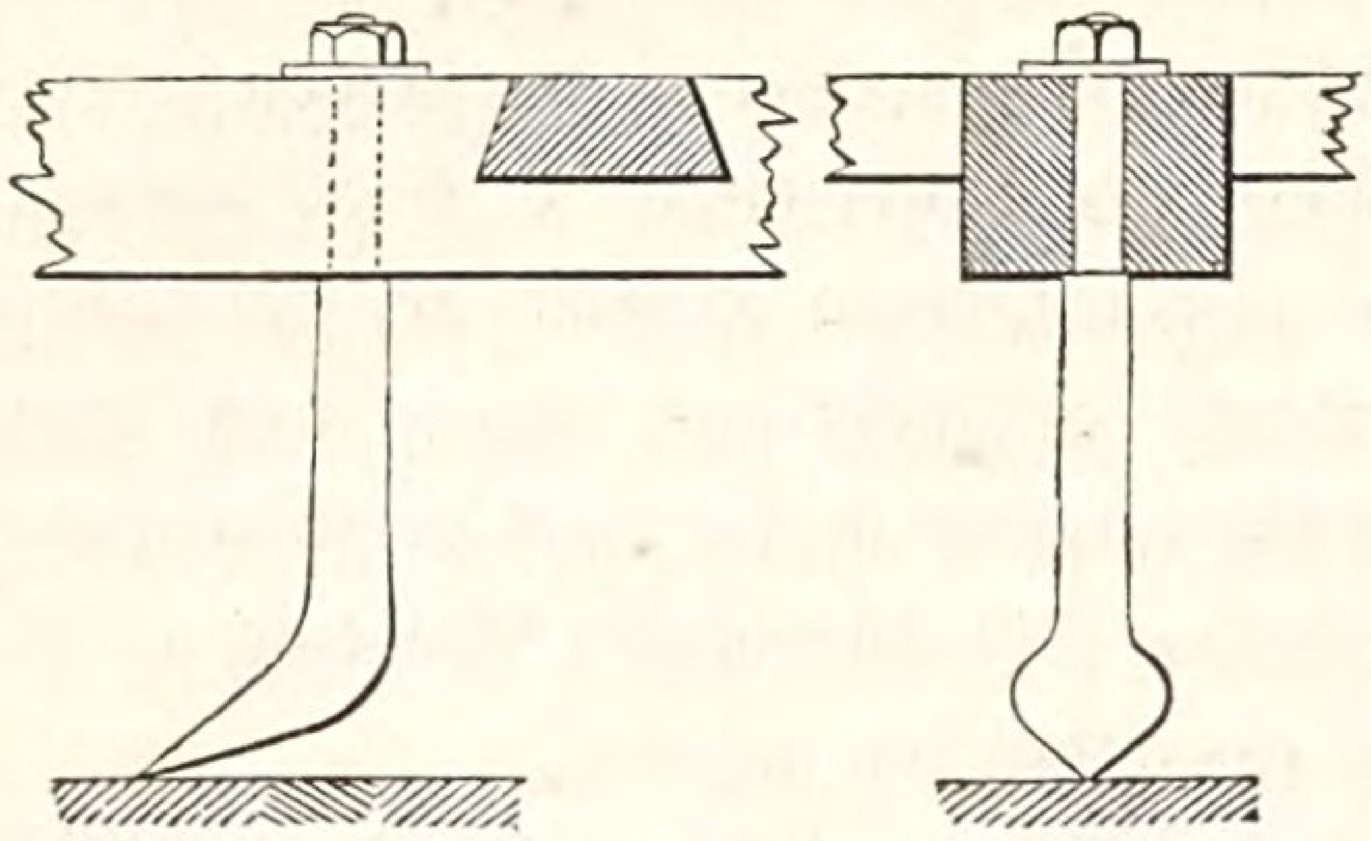


Fig. 151. Krümmerfuß.

Die Actiengesellschaft H. F. Eckert in Berlin fertigt beide Gattungen von Krümmern, von denen der dreieckige auf frisch gepflügtem Acker zur Unterbringung der Saat mit Vortheil verwendet wird, namentlich auf bindigem Boden, wenn bei trockener Witterung die gewöhnliche Egge die Saat zu flach unterbringen würde. Der viereckige Krümmer kann bei Bestellung für Sommerfrucht im Frühjahre auf leichtem Boden direct zur Aufarbeitung der Herbstfurche oder von Ackerland, welches zuvor Kartoffeln getragen hat, benutzt werden. Hier ersetzt er den gewöhnlichen Pflug, leistet aber bei gleicher Spannkraft und Führung das drei- bis vierfache des einscharigen Pfluges, wobei noch das Unkraut besser heraufgebracht wird als mit diesem. Bei reinem Boden kann man mit einem viereckigen Krümmer die Saat im Frühjahre direct in die Herbstfurche unterbringen. Die Fabrik giebt folgende Daten über die angeführten beiden Arten von Krümmern:

Gattung.	Arbeitsbreite. Meter.	Arbeitstiefe. Meter.	Zähnezahl.	Gewicht. Kilogr.	Erforderliche Bespannung. Pferde.	Leistung in 10 Arbeitsstunden. Hectar.	Preis. Mark.
Dreieckiger Krümmer	1.10	0.08—0.10	9	35	1—2	1 —1.25	35
Viereckiger Krümmer	1.60	0.12—0.16	15	60	3	1.5—2	50

Pulverisireggen. Eine ganz eigenthümliche Gruppe der Eggen bilden die sogenannten Pulverisireggen, bei welchen anstatt der Zähne rotirende Scheiben, ähnlich den Seite 250 besprochenen Radsechen, angewendet werden. Diese, seit einigen Jahren aus Amerika eingeführten Geräthe bestehen aus einem hölzernen Rahmen, in welchem nach der in Fig. 152 dargestellten Anordnung eine Anzahl am Umfange scharfer Scheiben von linsenförmigem Querschnitte angebracht ist. Die Scheibenachsen lagern an zwei Balken, welche geneigt zur Fortbewegungsrichtung in dem Hauptrahmen eingestellt sind; der Winkel, welchen die beiden Balken mit letzterem bilden, kann, ähnlich wie bei den Ex-

pansionseggen, geändert werden. Die Feststellung erfolgt mittelst Stifte in dem die Deichsel und den Führersitz tragenden Längsbalken. Diese Egge dient vornämlich zum vollständigen Lockern des Bodens nach dem Pfluge; die Wirkung ist eine um so energischere, je spitzer der Winkel ist, unter welchem die Scheibenachsen zur Fortbewegungsrichtung stehen. Das Geräth ist jedoch nur für schweren Boden geeignet, da dasselbe auf lockerem Boden zu tief einsinkt und somit unwirksam wird. Die hier dargestellte Pulverisiregge ist die Randall'sche, in neuester Zeit sehr beliebte; neben derselben findet noch die Pulverisiregge von Nishwitz häufige Verwendung, bei welcher jede Scheibe ihre besondere Achse erhält, eine Anordnung, die eine große Anzahl von Schmierstellen bedingt. Es hat dies zur Folge, daß sich beim Eindringen von Erde in die Zapfen, welches häufig

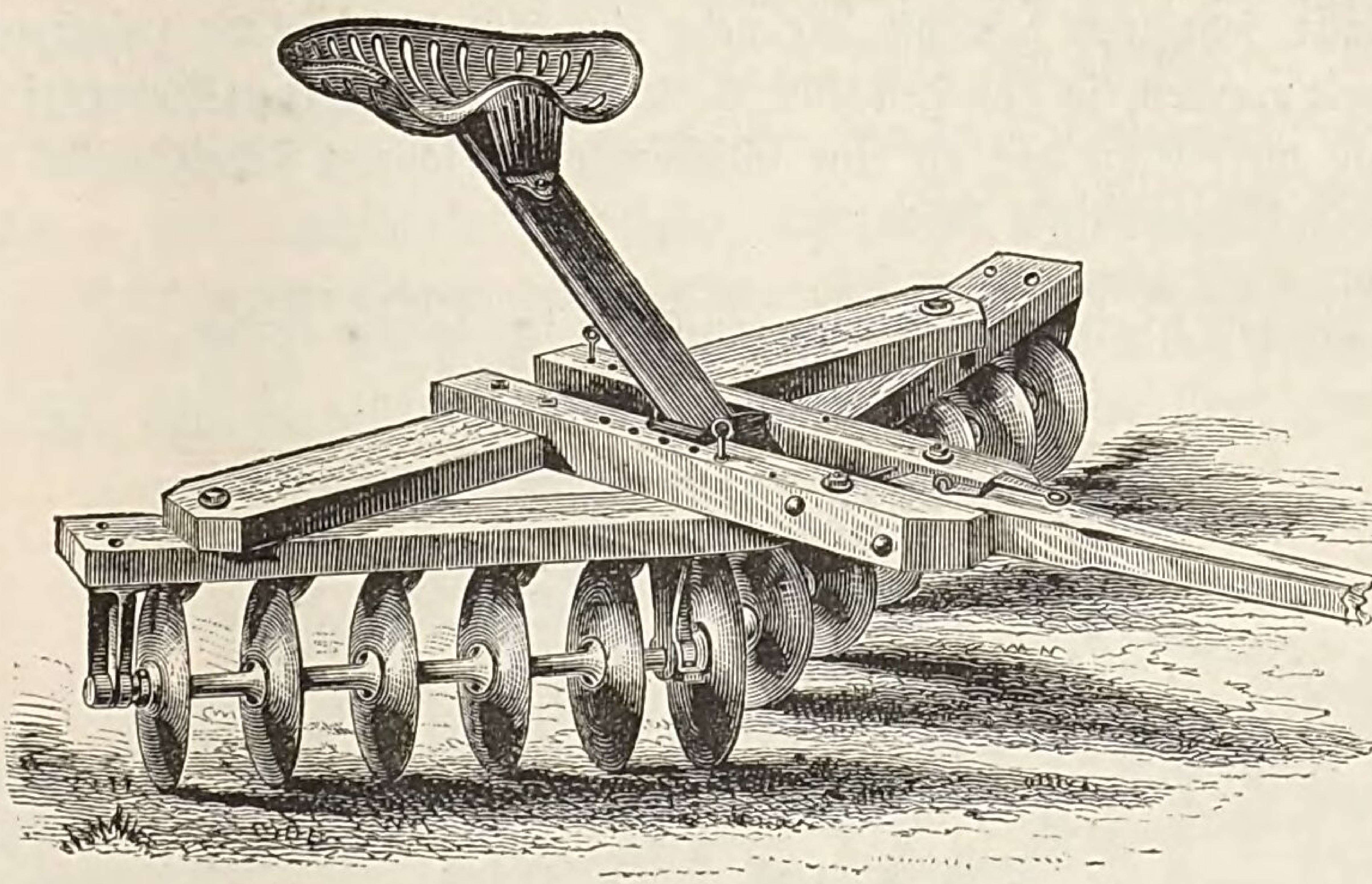


Fig. 152. Pulverisiregge von Randall.

eintritt, einzelne Achsen nicht mehr drehen und alsdann die Egge eine nur mangelhafte Arbeit liefert.

Das Gewicht der Randall'schen Pulverisiregge beträgt 140 Kilogramm, der Preis, je nachdem eiserne oder stählerne Scheiben verwendet werden, 120 bis 150 Mark.

2. Gliedereggen.

Eine sehr beliebte Gliederegge für schwere Arbeit, d. h. für das Zerkleinern der Schollen und Krümeln des gepflügten Bodens, ist die auf Taf. XIII Fig. 5 bis 8 dargestellte Gelenkegge von Ransomes, Sims & Head in Ipswich. Fig. 5 und 6 geben den Grundriß und die Seitenansicht der Egge, Fig. 7 und 8 die Seiten- und Frontansicht eines

einzelnen Zahnes mit seiner Befestigung. Auf den Rundstäben d sind in gleichmäßigen Abständen die Bügel e geschoben und zwischen jedem derselben das Gelenk eines im spitzen Winkel gekrümmten Zahnes f. Gleichzeitig greift durch den Bügel die Kröpfung des Zahnes der vorhergehenden Reihe hindurch. Beide sind durch das Mittelstück g getrennt, welches mit Hülfe der Mutter h den Bügel gegen die Stange d preßt. Um eine Längenverschiebung derselben zu verhindern, ist sie einerseits mit einem Kopfe und andererseits mit einem Splinte versehen. Es ist ersichtlich, daß die Egge sich in der Fortbewegungsrichtung beliebig krümmen kann, so daß sie sich einem unebenen, namentlich aber einem scholligen Boden wirksam anpaßt. Auch in der Querrichtung ist eine, wenn auch nur geringe Beweglichkeit vorhanden. Da jedoch die Sätze dieser Egge niemals sehr breit gewählt, vielmehr eine Anzahl derselben zusammengekuppelt werden, so daß gewölbte Beete gut geeggt werden können, so entspricht diese Egge den an eine Gliederegge für schwere Arbeit zu stellenden Anforderungen auf's Beste.

Die Fabrik fertigt diese Gattung von Eggen in folgenden Größen:

1) Mittelschwere Gelenkeggen.

Anzahl der Sätze.	Arbeitsbreite. Meter.	Gewicht. Kilogramm.	Preis. Mark.
4	3.05	112	105
3	2.29	87	80
2	1.52	62	55

2) Schwere Gelenkeggen.

Anzahl der Sätze.	Arbeitsbreite. Meter.	Gewicht. Kilogramm.	Preis. Mark.
4	3.05	138	115
3	2.29	112	87.5
2	1.52	75	60

Die böhmische Wiesenegge, erfunden von Semsch in Swoischitz, Fig. 153, besteht aus einer Anzahl in ihrer Grundform dreieckiger, an den Ecken abgerundeter, gußeiserner Platten, in welchen je drei kurze, schmiedeeiserne oder stählerne Zähne eingeschraubt sind. Die Platten werden in der aus der Zeichnung ersichtlichen Weise mittelst gebogener Drähte derartig verbunden, daß jede einzelne die hinlängliche Beweglichkeit behält, um ein vollkommenes Anpassen der Egge an der Bodenoberfläche zu erzielen. Dieses Instrument hat sich ganz vorzüglich zum Ausjäten des Mooses und anderen Unkrautes auf Wiesen bewährt; auch wird dasselbe mit großem Vortheile zum Ebenen der Maulwurfshügel in Anwendung gebracht.

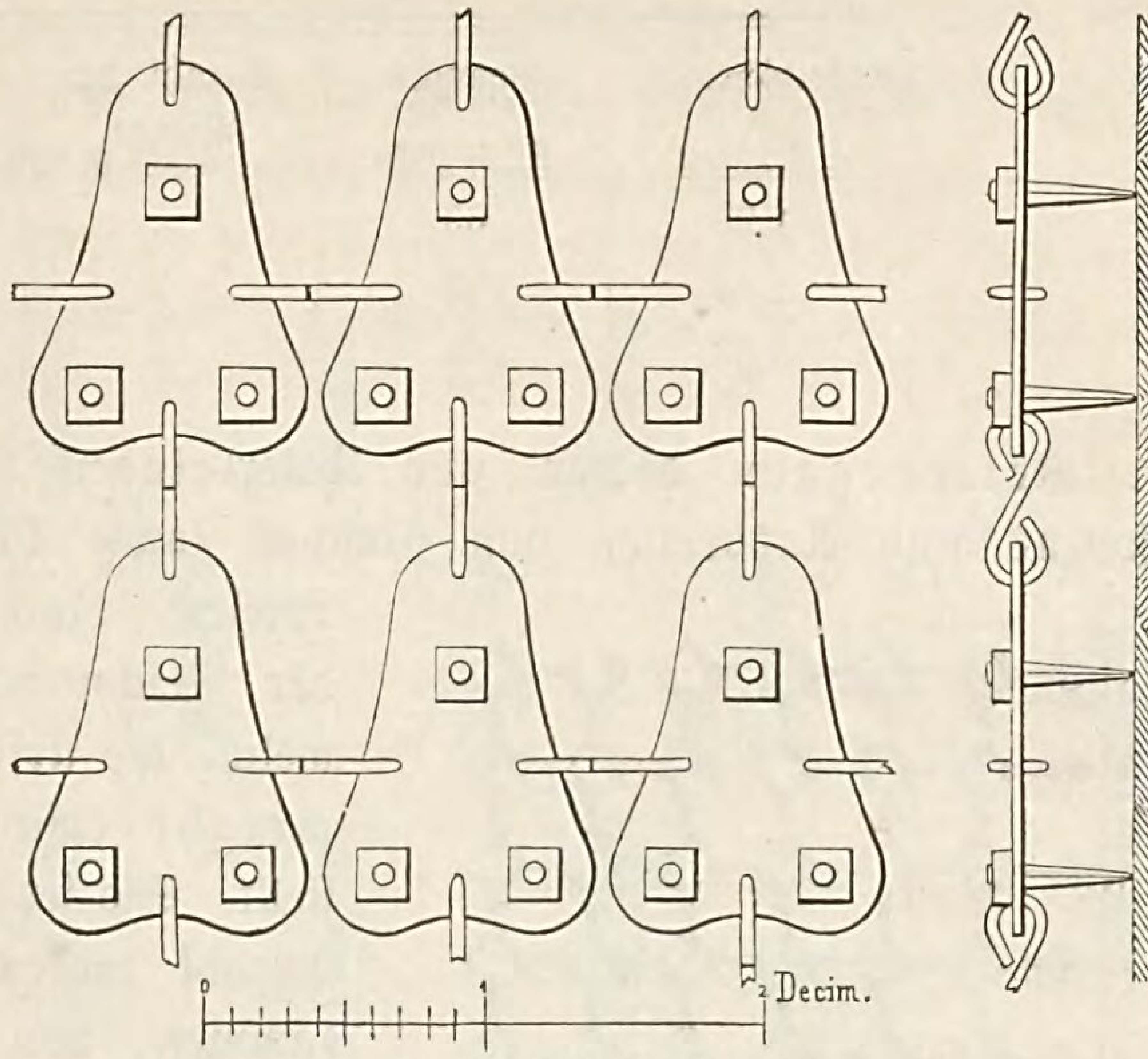


Fig. 153. Böhmische Wiesenegge.

Die böhmische Wiesenegge wird gewöhnlich mit 40 bis 48 Gliedern, in drei oder vier Reihen hinter einander angeordnet, und in einer Arbeitsbreite von 1.80 bis 2 Meter ausgeführt. Ihr Gewicht beträgt 130 bis 175 Kilogramm, der Preis 110 bis 130 Mark.

Zu den beliebtesten Gliedereggen gehören die Howard'schen, in ihrer neuesten Ausführung durch Fig. 154 verdeutlicht. Die Grundform der einzelnen aus Stahldraht gefertigten Glieder ist ebenfalls ein Dreieck, mit welchem je drei Zähne, deren Form aus der Zeichnung gut ersichtlich ist, vergossen sind. Zu diesem Zwecke wird der Draht in den Formkasten eingelegt und werden die Zähne unmittelbar über denselben gegossen.

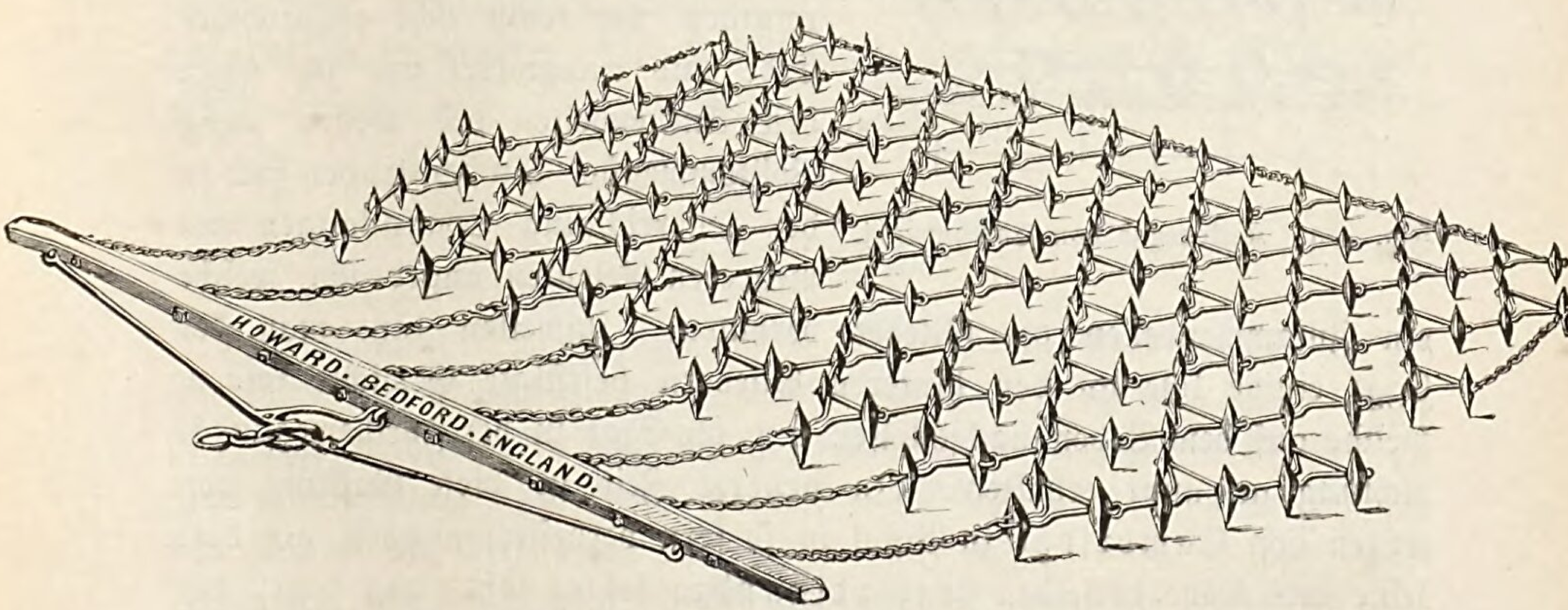


Fig. 154. Gliederegge von Howard.

Die Zähne, aus Hartguß bestehend, sind in der einen Richtung länger als in der anderen, so daß hierdurch die Spitzen verschiedene Gestalt erhalten. Man ist somit in der Lage, je nachdem ein schwächeres oder stärkeres Eindringen in den Boden erwünscht ist, die eine oder andere Seite in Verwendung zu bringen.

Diese Egge, welche sowohl zum Unterbringen der Saat wie zum Verjüngen der Wiesen dient, wird in folgenden drei Ausführungen geliefert:

Arbeitsbreite. Meter.	Gewicht. Kilogramm.	Anzahl der Pferde.	Preis. Mark.
1.98	63	1	50
2.44	113	2	80
3.66	163	3	105

Ketteneggen dienen zum Unterbringen der Saat, Ebenen des Bodens und Ausbreiten von Compost sowie künstlichen Düngers auf Wiesen. Ihre Anordnung wird aus der Zeichnung Fig. 155 ersichtlich, welche die ursprüngliche, von Carthwright erfundene Kettenegge darstellt. Sie setzt sich aus einer größeren Anzahl viereckiger Kettenglieder zusammen, von denen stets ein Glied horizontal und die eingreifenden vertical stehen. An einer Seite erfolgt durch längere Glieder die Verbindung mit dem Anspannbalken. Die lose in einander hängenden Glieder reinigen sich selbst von anhaftender Erde und accomodirt sich die Egge den Unebenheiten des Boden auf's Vollkommenste. An den Enden sind in der Querrichtung Spannstangen mit mehreren Gelenken angebracht, welche ein Zusammenrollen der Glieder verhüten. Zuweilen läßt man der Egge einige lose an den hinteren Gliedern befestigte Gewichte folgen, welche auf dem Boden nachschleifen und die Egge in der Fortbewegungsrichtung gespannt erhalten. In neuerer Zeit ist diese Gattung von Eggen von Cambridge in Bistol in so fern verbessert worden, als derselbe drei Sätze derselben hintereinander folgen läßt, von denen der mittlere versetzt gestellt ist, so daß die Spitzen desselben in der Mitte der Furchen des ersten Satzes arbeiten.

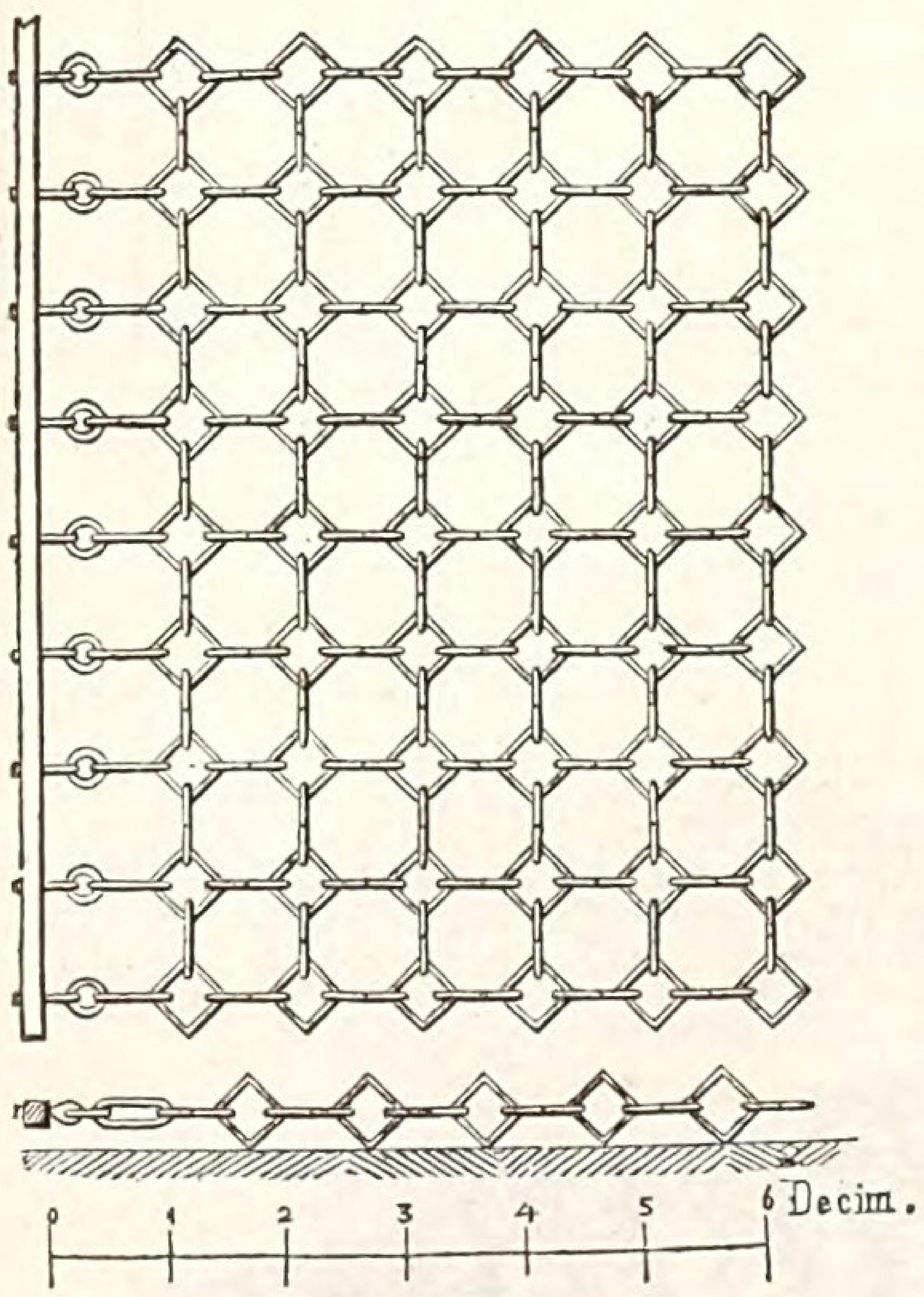


Fig. 155. Kettenegge von Carthwright.

Die Cambridge'sche Kettenegge bedeckt eine Fläche von 2.30 Meter Breite und 2.60 Meter Länge; die einzelnen Gelenke sind aus Quadrateisen gefertigt, dessen Stärke in dem vorderen Satze 11 Millimeter, in den beiden hinteren 9 Millimeter beträgt. Das Gewicht der Egge ist 100 Kilogramm, der Preis 95 Mark.

Eine zweite Gattung der Cambridge'schen Eggen ist mit kleinen Zähnen versehen, welche in den einzelnen Kettengliedern eingehängt sind.

Dieselbe ist in England in großer Zahl in Anwendung und wird der ersteren Construction in dem Falle vorgezogen, daß eine vorwiegend schneidende Wirkung verlangt wird.[1])

Scheibeneggen Fig. 156 bestehen aus einem netzartigen Gewebe von Eisendraht, in dessen Kreuzungspunkten sich gußeiserne, am Umfange gezackte Scheiben befinden. Die Scheiben sind in je zwei Reihen gegen einander versetzt und können sich mit einem gewissen Spielraume bewegen.

Der Durchmesser der Scheiben beträgt 0.08 Meter, die Drahtstärke 0.01 Meter. Diese Egge diente früher vielfach zur Unterbringung von Grassamen, während sie in neuerer Zeit zumeist durch die Howard'sche Gliederegge ersetzt wird.

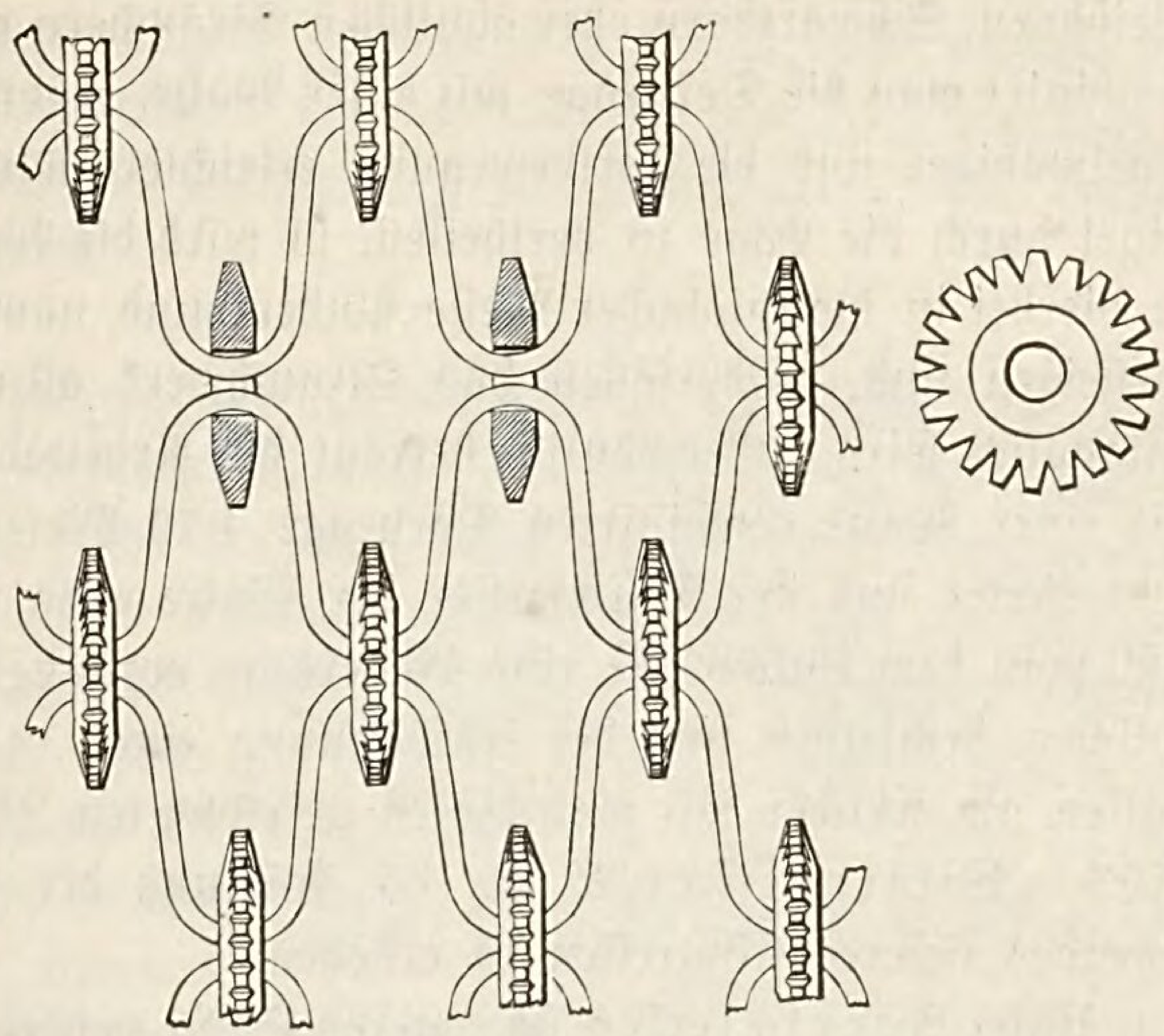


Fig. 156. Scheibenegge.

Die Ackerschleifen.

Im Anschlusse an die Eggen sind noch eine Anzahl von Geräthen zu erwähnen, welche dem gleichen Zwecke dienen wie diese, d. h. zum Ebenen und Unterbringen der Saat benutzt werden, jedoch in ihrer Construction nicht unerheblich von den Eggen abweichen. Charakteristisch an denselben ist das Fehlen der den Eggen eigenthümlichen Zähne und die schleifende Wirkung, welche letztere Veranlassung gegeben hat, diese Geräthe als Ackerschleifen zu bezeichnen. Es sei voraus bemerkt, daß dieselben bei uns nur sehr selten Anwendung finden, weshalb eine kurze Skizzirung ihrer Construction genügen wird.

Zunächst gehören hierher die Dorneggen, aus denen aller Wahr-

---

1) Abbildungen der Cambridge'schen Eggen enthält das Journal of the Royal Agricultural Society of England, II Series, Band 9, Seite 585 und 586; London 1873.

scheinlichkeit nach unsere neueren Eggen im Laufe der Zeit entstanden sind. Sie bestehen, in mannigfaltig wechselnder Detailanordnung, aus einem Balkenrahmen, in welchem neben einander in der Bewegungsrichtung des Geräthes eine Anzahl mit dichtem Strauchwerke bewachsener Aeste von Weißdorn, Schwarzdorn oder ähnlichen Sträuchern eingespannt ist. Häufig combinirt man die Dornegge mit einer Walze, wodurch der Gang derselben regelmäßiger und die Fortbewegung erleichtert wird. Sind Maulwurfshügel durch die Egge zu vertheilen, so wird die Walze abgenommen, weil sie hierbei in mannigfacher Weise hindert und namentlich durch das Emporsteigen und Niederfallen das Strauchwerk allzuschnell beschädigt und untauglich wird. Gewöhnlich beträgt die Arbeitsbreite einer derartigen, mit einer Walze combinirten Dornegge 1.70 Meter, die Länge derselben 1.90 Meter und der Durchmesser der Walze etwa 0.25 Meter. Zuweilen läßt man dem Buschwerke eine Messeregge vorausgehen, d. h. man bringt zwischen demselben und der Anspannung einen in seiner Höhe stellbaren Balken an, welcher mit nach hinten gekrümmten Zähnen besetzt ist. Zweck dieses „Wiesenreißer's" ist, die Wirkung der Dornen durch vorhergehendes tieferes Eingreifen zu erhöhen. [1])

Unter Ackerschleifen im engeren Sinne versteht man die Combination einer Anzahl parallel hinter einander gestellter Balken, welche über den Acker gezogen werden und die Aufgabe haben, denselben zu ebenen und zu festigen. Dieselben bilden somit den Uebergang von den Eggen zu den Walzen, sind aber in ihrer Wirksamkeit unvollkommener als diese Geräthe. Die vordere, arbeitende Kante der Balken ist geschärft und zuweilen mit eisernen Schienen armirt; bei einigen Ackerschleifen, z. B. der belgischen, ist zwischen den einzelnen Balken ein korbartiges Flechtwerk angebracht, um den Boden gleichmäßig auszubreiten. Der Arbeiter steht auf den Balken und hält sich an einem Stricke, welcher an dem Anspannungsringe befestigt wird.

In Schweden findet eine eigenthümlich angeordnete Ackerschleife Verwendung, welche den Namen „Sladd"[2]) führt; dieselbe ist mit Zinken ver-

---

1) Abbildungen von Dorneggen enthalten u. a. die Werke: Beschreibung und Abbildung der nützlichsten Geräthe und Werkzeuge zum Betriebe der Land- und Forstwirthschaft von C. F. C. König, Seite 15 und 34 (Wiesenhobel von Thaer) Taf. VIII Fig. 38 und Taf. XXIV Fig. 146; Stuttgart 1847. Die landwirthschaftlichen Geräthe und Maschinen Englands von Dr. W. Hamm, 2. Auflage Seite 363—367, Braunschweig 1858; H. W. von Pabst' Lehrbuch der Landwirthschaft, 7. Auflage von Dr. W. von Hamm, Seite 132, Wien 1878.

2) Eine Abbildung und ausführliche Beschreibung des „Sladd" enthält das Werk: Die neueren und wichtigeren landwirthschaftlichen Maschinen und Geräthe von Dr. C. Schneitler und J. Andree, Seite 269; Leipzig 1861.

sehen, um die zermalmende Wirkung der Balken zu erhöhen. Die letzteren bestehen aus zwei Sätzen zu je drei hinter einander folgenden Balken, welche in der Mitte durch einen Gelenkzapfen verbunden sind, so daß eine Beweglichkeit in der Querrichtung für das Bearbeiten von Beeten vorhanden ist. Die Arbeitsbreite beträgt 3.75 Meter, entsprechend der üblichen Beetbreite. Der Sladd wird gewöhnlich mit sechs Zugthieren bespannt und stellen sich der Führer und sein Gehülfe auf das Geräth, um dasselbe zu beschweren.

Die Leistung der Egge fällt sehr verschieden aus, je nach dem Zwecke, den man mit derselben erreichen will, der Bodenbeschaffenheit, der Gangart, der Zugthiere und der Zahl der dem Acker zu gebenden Eggenstriche. In den landwirthschaftlichen Schriften wird demgemäß auch die Leistung derartig verschieden angegeben, daß danach keine Durchschnittswerthe gezogen werden können. Auch die Angaben aus der Praxis zeigen die nämlichen Abweichungen von einander. Will man ungefähr die Leistung der Egge kennen lernen, so mögen hierzu die nachfolgenden Angaben von Pabst[1]) und Rhode[2]) dienen:

Die Leistung einer mittleren Egge mit zwei Pferden beträgt gewöhnlich 1.75 bis 2.30 Hektar in 10 Arbeitsstunden, bei leichtem Boden und gut construirten Eggen auch um ein Viertel bis ein Drittel mehr. Die Ackerschleife ebnet, in der Regel einspännig, je nach ihrer Bauart und Breite binnen 10 Arbeitsstunden 0.6 bis 4 Hektar Land. (Pabst.)

Rhode giebt folgende Daten über die Leistung von vier Pferden beim Eggen: Mit einspännigen Eggen, doppelt überziehen täglich (in 12 Stunden) 5 bis 6.3 Hektar; mit einspännigen Eggen, rund auseggen 4 bis 5 Hektar; mit schottischen oder englischen (Howard'schen) Eggen, scharf aufeggen 4.5 bis 5.6 Hektar; mit schottischen oder englischen Eggen schleifen 5 bis 6.4 Hektar; mit 2 schweren Eggen doppelt überziehen 3.7 bis 4.6 Hektar.

d) Das Muldbrett.

Unter einem Muldbrette versteht man eine durch Zugthiere gezogene Schaufel, welche dazu dient, die Oberfläche des Bodens abzuschälen und die aufgenommene Erde auf kürzere Entfernungen zu transportiren. Dasselbe wird mit einer eisernen oder stählernen Schneidekante versehen,

1) A. a. O. Seite 189.

2) Mentzel und von Lengecke's landwirthschaftlicher Kalender, 1870 Seite 24.

durch Anhebung eines hinten angebrachten Hebels derartig eingestellt, daß der Eingriff in den Boden erfolgt, wobei sich während der Fortbewegung des Geräthes der abgegrabene Boden auf die muldenförmige Schaufel heraufschiebt. Ist dieselbe gefüllt oder entsprechend der Zugkraft angemessen mit Erde belastet, so wird der Führungshebel gesenkt, um die Schneidekante außer Contact mit dem Erdboden zu bringen und nunmehr die aufgenommene Masse nach dem Orte der Ablagerung geschleift. Hier angelangt, hebt der Führer den Hebel (die Sterze) völlig in die Höhe, läßt ihn aus der Hand und stößt ihn vorwärts, wodurch sich das Muldbrett überschlägt und seinen Inhalt entleert. An dem Hebel wird in der Regel ein Seil angebracht, dessen sich der Führer bedient, um das Geräth wieder transportfähig zu machen; beim Vorwärtsstoßen der Sterze behält er dasselbe in der Hand und zieht es in der Folge zurück, wodurch sich das Muldbrett wiederum umkehrt.

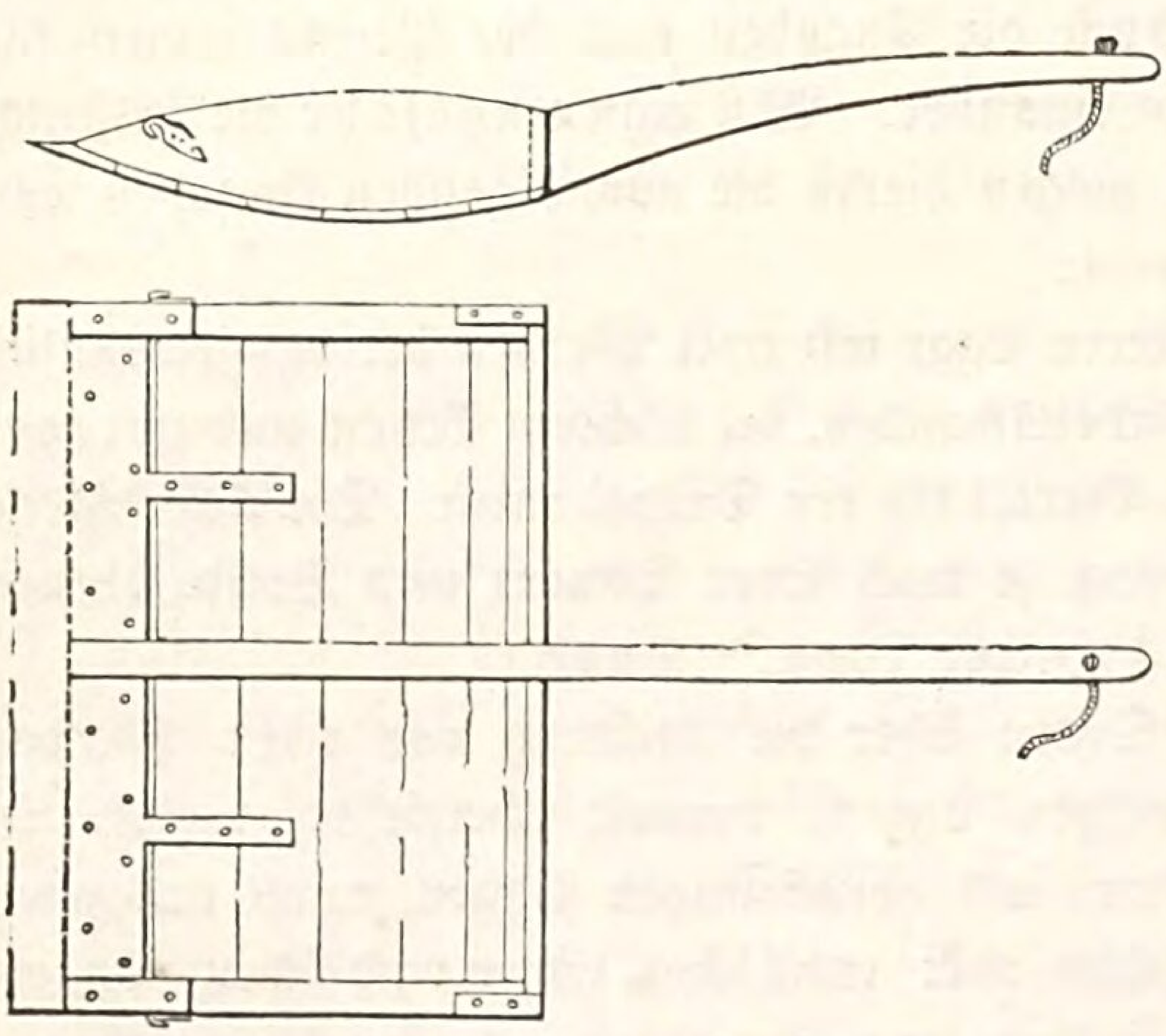


Fig. 157. Muldbrett.

In dieser Weise ist das Hohenheimer Muldbrett angeordnet und zeigt Fig. 157 die Seitenansicht und den Grundriß desselben. Die Arbeitsbreite beträgt in der Regel 0.75 Meter, der Fassungsraum etwa 0.12 bis 0.15 Cubikmeter. Zuweilen genügt zum Betriebe des Muldbrettes ein Pferd, welches mittelst der an den beiden Seitenwangen angebrachten Zughaken und einer von dort nach vorn geleiteten Kette vorgespannt wird. Größere Muldbretter erfordern jedoch stets zwei Pferde oder Ochsen zur Bespannung. Die Schaufel besteht in der Regel aus Holz; die vordere Kante wird am besten aus einer zugeschärften Stahlschiene, häufig jedoch nur aus einem eisernen Beschlage hergestellt; auch werden die Ecken und zuweilen auch der Boden mit Eisenblech beschlagen. Die vornämlichste Verwendung findet das in dieser Weise angeordnete Muldbrett beim Wiesenbau zum Ausgleichen unebener Flächen, wobei der Abtrag unmittelbar nach den auszufüllenden Vertiefungen, den Auftragstellen, geschleift wird. Ist der Boden mit Rasen bewachsen oder sehr hart, so kann das Geräth nicht unmittelbar benutzt werden; es muß vielmehr eine Abschälung des Rasens

und eine Lockerung des Bodens mit Hülfe des Pfluges oder Handspatens vorangehen. Auch ist das Muldbrett auf stark verwurzeltem oder steinigem Boden nicht verwendbar. Zuweilen benutzt man dasselbe lediglich zum Transport der Erde, namentlich bei sehr hartem und steinigem Boden; man füllt das Geräth mittelst Handschaufeln an und setzt es mit den vorgelegten Pferden in Bewegung. Die localen Verhältnisse müssen entscheiden, ob diese Transportmethode eine vortheilhaftere ist als mittelst Handkarren: gemeinhin wird bei kürzeren Distancen die erstere empfehlenswerth sein und ferner, wenn nur ausnahmsweise die Beladung des Muldbrettes durch Handarbeit erforderlich ist.

Es kann angenommen werden, daß zwei Pferde an einem Muldbrette auf Entfernungen von 100 Schritt reichlich so viel leisten wie 10 Arbeiter mit Handkarren.

Vielfach werden die Muldbretter ganz aus Eisen gefertigt, in welchem Falle sie einen flachen Boden und rechtwinklig aufgesetzte Seiten- und Rückwände erhalten. Bei häufiger Verwendung des Geräthes möchten sich diese weitaus dauerhafteren, aber kostspieligeren Muldbretter vorzugsweise empfehlen, wohingegen für leichtere Arbeiten und namentlich, wenn ihre Benutzung nicht zu häufig stattzufinden hat, die billigen hölzernen, angemessen mit Eisen beschlagenen Muldbretter vollständig genügen. Für letztere spricht auch der Umstand, daß jeder einigermaßen geschickte ländliche Handwerker dieselben ohne Schwierigkeit herstellen und repariren kann.

Das einfache Muldbrett besitzt den Uebelstand, daß mit dem Wenden und Wiederaufrichten Zeitverluste entstehen, welche die Leistung nicht unbeträchtlich verringern. Man hat daher wiederholt Versuche gemacht, das Muldbrett mit einer selbstthätigen Vorrichtung zum Kippen und Wiederaufrichten zu versehen, wodurch die Arbeit wesentlich beschleunigt wird. Zu diesem Zwecke erhalten die beiden Seitenbretter Zapfen, an welchen sowohl die Sterzen als auch das Anspanngestänge drehbar angebracht sind. Diese Zapfen sind derartig gestellt, daß das Muldbrett beim Eingriffe der Schneide in den Boden und Anziehen der Pferde die Tendenz erhält, vornüber umzuschlagen, woran dasselbe jedoch durch eine Sperrvorrichtung gehindert wird. Sobald letztere von dem Führer durch einen Zug oder Druck an den Sterzen ausgelöst wird, schlägt das Muldbrett um und setzt diese Drehung nach der Entleerung um das Rückenbrett oder zwei Stützpunkte, welche mit diesem verbunden sind, fort, bis es wieder seine Arbeitsstellung erreicht hat. Jetzt fällt entweder durch Einwirkung des Arbeiters oder selbstthätig die erwähnte Sperrvorrichtung wieder ein, so daß das Geräth von Neuem arbeitsfähig ist. Nach diesem Principe war das von Hallié in Bordeaux construirte Muldbrett ange-

ordnet, welches in Frankreich mehrfach in Verwendung gekommen ist. [1]) Auch ein in neuerer Zeit von dem Amerikaner Doty erfundenes Muldbrett beruht auf dem eben dargelegten Principe. Die Sperrvorrichtung besteht aus einer Klinke, welche durch eine Feder an der hinteren Wand des Geräthes festgehalten wird und sich nur in dem Falle auslöst, daß der Handgriff stark nach aufwärts gepreßt wird. Bei der Arbeit wird zunächst wie bei dem gewöhnlichen Muldbrette der Handgriff derartig angehoben, daß die schwach convex gekrümmte Stahlschneide etwa 0.03 Meter tief in den Boden einschneidet. Die gelöste Erde schiebt sich in die Schaufel hinein und verändert den Schwerpunkt derselben derartig, daß es nach der Füllung nur eines sehr schwachen Druckes auf die Sterzen bedarf, um die Schneide außer Eingriff mit dem Boden zu bringen und dieselbe während des Transportes in dieser Stellung zu erhalten. Am Entladeorte angelangt, hebt man die Sterzen kräftig in die Höhe, so daß die Schneide wiederum eingreift; hierbei löst sich die Federklinke aus und es kippt nunmehr das Geräth um 180 Grad um. Dasselbe findet jetzt seinen Halt an zwei Erhöhungen an der Rückwand, welche einen Transport in dieser Lage nicht gestattete. Die Drehung wird somit um weitere 180 Grad fortgesetzt, bis die Klinke wieder zum Eingriffe kommt und so eine weitere Drehung verhindert wird; das Geräth ist nunmehr wieder in der Arbeitsstellung und transportfähig.

Das Doty'sche Muldbrett besitzt einen aus Stahl gefertigten Boden als Fortsetzung der Schneide; die Rückwand sowie die Seitenwände bestehen aus hartem Holze. Die Arbeitsbreite beträgt bez. 0.76, 0.84 und 0.91 Meter, der Preis 110 bis 120 Mark. Das einfache Hohenheimer Muldbrett kostet dagegen nur 38.60 Mark [2]).

e) Die Ackerwalzen.

Einleitung.

Der Zweck der Ackerwalzen ist ein mannigfaltiger; dieselben finden Verwendung zum Ebenen des Ackers nach dem Pflügen, zum Festigen der losen Erdtheilchen, zum Zermalmen und Zerkleinern der Schollen; ferner zum Festpressen des langen Düngers, zur Vertilgung gewisser schädlicher Thiere, wie der Raupen, Schnecken und Erdflöhe, zum

1) Abbildung und Beschreibung desselben in dem Werke: Irrigations, engrais liquides et améliorations foncières permanentes par I. A. Barral, Seite 376; Paris 1862.

2) Das Muldbrett mit automatischer Kippvorrichtung läßt sich jedenfalls zu erheblich niedrigerem Preise liefern als hier angegeben und wäre es sehr zu wünschen, daß die Landwirthschafts-Maschinenfabriken der Herstellung des so nützlichen und bewährten Geräthes eine größere Aufmerksamkeit schenkten als bisher.

Festpressen feiner, breitwürfig ausgestreuter Sämereien sowie des Getreides vor dem Unterpflügen, um ein Zusammenschütten desselben, namentlich bei trockenem Boden, zu verhüten. Auch läßt man häufig die Walze der Drillsäemaschine folgen und endlich bedient man sich derselben zum Nachwalzen der emporkommenden jungen Pflanzen, namentlich des Wintergetreides bei losem Acker und besonders nach Fröſten, um die Nachtheile des Ausfrierens zu beseitigen und den Pflanzen einen festen Standort zu gewähren.

Die Wirkung der Walze hängt vornämlich von der Schwere pro Längeneinheit, der Form der Oberfläche und dem Material der Walze ab. Es leuchtet ein, daß je nach dem Zwecke und der Bodenbeschaffenheit das Gewicht der Walze sehr verschieden sein muß; dasselbe beträgt bei leichten hölzernen Walzen zum Ebenen und Festpressen des Bodens 75 bis 100 Kilogramm pro Meter Breite, bei mittelschweren Walzen, z. B. den Ringelwalzen, 200 bis 300 Kilogramm pro Meter Breite und bei den schwersten Walzen, wie den Schollenbrechern und Prismawalzen, bis 700 Kilogramm pro Meter Breite. Die durchschnittliche Arbeitsbreite der Ackerwalzen ist 2 Meter (6, 6½, 7 Fuß), so daß das Gesammtgewicht einschließlich der Armatur für die Anspannung und den Transport etwa das Doppelte des hier angegebenen beträgt. Nur selten erhalten die Walzen eine größere Breite, da sie hierdurch zu schwer transportabel werden; selbst bei leichten hölzernen Walzen wird eine Breite von 2.75 Meter zumeist nicht überschritten.

Bei einzelnen Walzen leichter Construction wird das für die gute Wirkung nothwendige Gewicht durch eine Belastung erzielt, welche entweder in einem auf dem Walzengestell angebrachten Kasten in Steinen untergebracht oder durch eine Wasserfüllung der hohlen Walze hergestellt wird. In beiden Fällen kann das Gewicht der Walze leicht regulirt werden; letztere Methode wird jedoch ausschließlich bei glatten cylindrischen Walzen angewendet.

Aus der Seite 184 angegebenen Gleichung und der dort beigefügten Note, welche ebensowohl für Ackerwalzen wie für die Räder von Fuhrwerken gilt, geht hervor, daß die Zugkraft einerseits einfach wie das Gewicht der Walze und wie das Verhältniß des Zapfendurchmessers zum Walzendurchmesser wächst. Danach empfiehlt es sich, den Zapfendurchmesser nicht stärker als es die Bruchsicherheit erfordert und den Durchmesser der Walze so groß wie möglich zu wählen. Andererseits wächst die Zugkraft im Verhältnisse $Q^{\frac{4}{3}}$, wenn Q das Gewicht der Walze bezeichnet und umgekehrt wie die Cubikwurzel aus der Breite derselben und aus dem

Quadrate des Walzenradius. Hieraus ersieht man, daß der Durchmesser der Walze einen weit erheblicheren Einfluß auf die erforderliche Zugkraft ausübt als die Breite derselben, wenn Walzen von gleichem Gewichte mit einander verglichen werden.

Als Material des Walzenumfanges eignet sich in erster Reihe das Gußeisen; jedoch findet auch Holz, Stein und bei den glatten cylindrischen und den Prismawalzen Schmiedeeisen Verwendung. Gußeiserne Walzen gewähren die Vortheile, daß man der Oberfläche jede gewünschte, selbst complicirte Form geben kann, daß eine exacte Ausführung möglich, das Gewicht durch Aenderung der Wandstärke leicht zu modificiren und endlich, daß die Walzen sehr dauerhaft sind. Die Oberfläche wird bei den einfach cylindrischen und den Ringelwalzen derartig glatt, daß ein sehr geringes Anhaften der Erde an der Walze stattfindet, so daß man selbst bei etwas feuchtem Boden noch arbeiten kann, wenn der Betrieb der hölzernen Walze bereits eingestellt werden muß. Hölzerne Walzen, welche früher fast allgemein, in neuerer Zeit jedoch zumeist nur in kleinen, mit geringen Mitteln arbeitenden Wirthschaften angewendet werden, fertigt man gewöhnlich aus einem Stamme von hartem Holze, welcher cylindrisch bearbeitet und an seinen Enden mit schmiedeeisernen Zapfen versehen wird, die in den, das Gestell bildenden festen Lagerstöcken laufen. Sollen die Walzen einen größeren Durchmesser erhalten, als dies bei Verwendung eines Stammes möglich ist, so werden einzelne Bohlenstücke zu einem cylindrischen Körper zusammengefügt, an den Enden mit Stirnplatten versehen, welche die Achsen aufnehmen und alsdann rund bearbeitet. Diese Construction ist selbstverständlich nicht von langer Dauer, da die Walzen allen Einflüssen der Witterung ausgesetzt sind; überdies ist die Abnutzung eine sehr beträchtliche, so daß in nicht zu langer Zeit eine Erneuerung stattfinden muß.

Steinerne Walzen, welche vor Einführung der Ringelwalzen und Schollenbrecher vielfach zum Zerkleinern des durch den Pflug oder die Egge noch nicht gehörig gekrümelten Bodens benutzt wurden, finden in neuerer Zeit für diesen Zweck fast keine Verwendung mehr. Hölzernen Walzen gegenüber gewähren sie den Vortheil, daß sie schwerer sind als diese, sich weniger abnutzen und durch den Einfluß der Witterung nicht leiden; gegenüber den eisernen Walzen besitzen sie keinerlei Vorzüge. Sie erhielten in der Regel einen Durchmesser von 0.45 Meter und eine Länge bis 1.40 Meter. Zum Transport der steinernen Walze werden an den zu diesem Zwecke verlängerten Zapfenenden Fahrräder von etwas größerem Durchmesser, als die Walze besitzt, aufgesetzt. Als geeignetstes Material

für steinerne Ackerwalzen wurden die härteren, nicht zerklüfteten Kalksteinarten bezeichnet [1]).

Nach der Form können die Walzen in folgende Gruppen eingetheilt werden:

1) Glatte cylindrische Walzen,
2) Ringelwalzen,
3) Trommel- oder Prismawalzen,
4) Schollenbrecher,
5) Stachelwalzen.

1. Glatte cylindrische Walzen.

Die einfachste Cylinderwalze, aus Holz gefertigt, besteht aus einem möglichst rund gearbeiteten Cylinder von 0.30 bis 0.40 Meter Durchmesser und 1.50 bis 1.80 Meter Länge, an den Enden mit eisernen Zapfen von etwa 0.04 Meter Durchmesser versehen, die in einem hölzernen Rahmen gelagert sind. Letzterer nimmt die Anspannungsvorrichtung, in der Regel eine Deichsel zur Anschirrung von zwei Pferden auf. Abgesehen von dem geringen Gewichte, welches diese Walze, selbst bei Anwendung von Beschwerungsmaterial, zum Brechen der Schollen nicht geeignet macht, besitzt dieselbe den Nachtheil, daß sie sich beim Wenden leicht in den Boden einwühlt und tiefere Stellen des Ackers, z. B. ältere Furchen, nicht angreift. Um das Einwühlen zu vermeiden, fertigt man die Walzen häufig aus mehreren, in der Regel drei getrennten gußeisernen Cylindern auf gemeinschaftlicher, in dem Gestell fester Achse, so daß beim Wenden jeder dieser Cylinder die seinem zurückgelegten Wege entsprechende Geschwindigkeit annehmen kann. Taf. XIII Fig. 9 und 10 stellen diese Anordnung in der Seitenansicht und dem Grundrisse bez. Horizontalschnitte dar. Die Enden der beiden äußeren Walzen werden schwach abgerundet, um ein zu tiefes Einschneiden in den Boden zu verhindern. Zuweilen (namentlich in England) wird jede Walze mit einem eisernen, durch ein Gewicht gegen den Umfang angepreßten Abstreicher versehen, um dieselbe von etwa anhaftender Erde zu befreien. Der Durchmesser beträgt 0.30 bis 0.50 Meter, die Länge 2 bis 2.50 Meter, ausnahmsweise auch 3 Meter; die Wandstärke wird derartig bemessen, daß das Gewicht 600 bis 1200 Kilogramm beträgt.

---

1) Genaue Beschreibungen und Abbildungen hölzerner und steinerner Ackerwalzen enthält die Schrift: Beschreibung und Abbildung der nützlichsten Geräthe und Werkzeuge zum Betriebe der Land- und Forstwirthschaft von E. F. C. König, Seite 14; Stuttgart 1847.

Eine vollkommenere Wirkung erzielt man mit mehrtheiligen glatten Walzen, wenn dieselben auf mehreren Achsen hinter einander angeordnet werden und Sorge getragen ist, daß sich jede einzelne Walze unabhängig von den anderen heben und senken kann. In diesem Falle kann selbst ein nicht sehr ebener Boden vollkommen ausgewalzt werden, namentlich, wenn die Länge der einzelnen Cylinder nicht zu groß gewählt wird. In der Regel befinden sich auf der vorderen Achse, in der Mitte des Rahmens, eine, auf den zwei folgenden Achsen, deren Abstand von einander etwas geringer ist als die Länge der vorderen Walze, zwei Walzen. Fig. 158 stellt eine derartige Walzenconstruction von Ed. Ahlborn in Hildesheim dar, bei welcher jedoch die mittlere Walze den beiden seitlichen nachfolgt. Jede der drei Walzen arbeitet unabhängig von den anderen und kann sich entsprechend der Gestaltung der Oberfläche heben und senken. Die Arbeitsbreite beträgt 2.12 Meter, der Durchmesser 0.55 Meter, der Preis bei einem Gewichte von 450 Kilogramm 210 Mark.

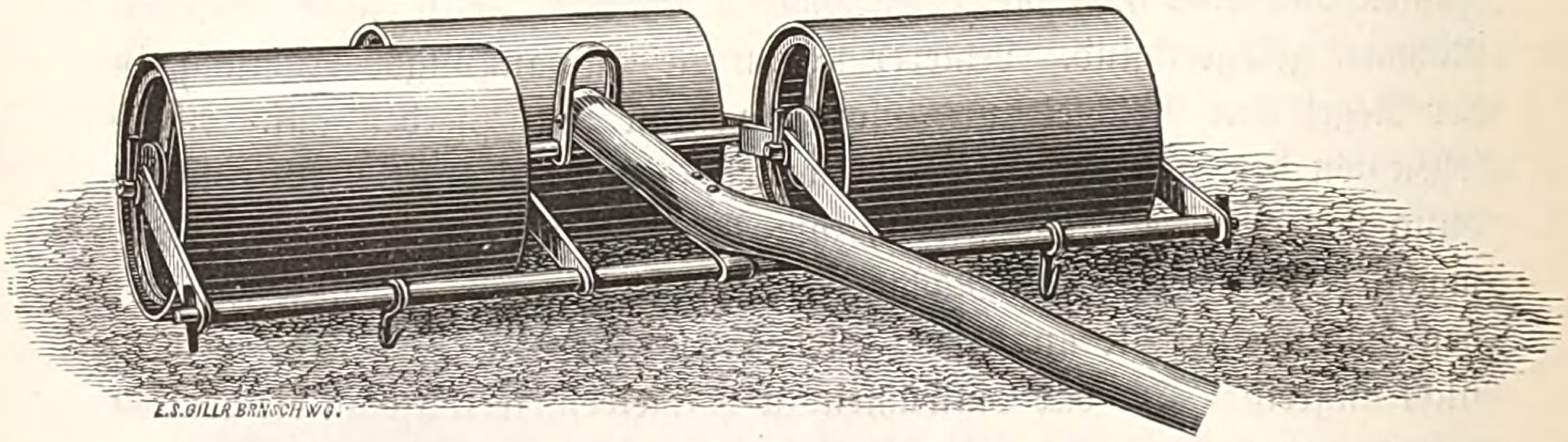


Fig. 158. Dreitheilige Walze.

Zu der Gruppe der glatten cylindrischen Walzen gehören auch die aus Kesselblech zusammengenieteten und zum Zwecke der Gewichtsregulirung ganz oder theilweise mit Wasser gefüllten Walzen. Man benutzt diese Methode der Belastung seit langer Zeit bei den Straßenwalzen kleinerer Abmessungen, namentlich für Gartenwege, dagegen für das Walzen des Ackers nur in beschränktem Maße. Der Grund hierfür ist in den Umständen zu suchen, daß überhaupt glatte Ackerwalzen nicht so vortheilhafte Anwendung finden als gerippte, daß die mit einer Wasserfüllung beschwerten Walzen in Folge der nothwendigen dichten Herstellung kostspielig sind und endlich, daß die Belastung mit Steinen die nämlichen Dienste leistet wie die Wasserbelastung. Die Anordnung ist im Principe die auf Taf. XIII Fig. 9 und 10 dargestellte; die Walzenkörper werden aus Kesselblech von etwa 1 Centimeter Stärke gebildet und an den Enden Kränze aus Winkeleisen angenietet, welche die mit den Zapfen versehenen Stirnplatten aufnehmen. Zum Füllen und Entleeren der Walzen dienen Verschraubungen.

In England werden diese Walzen von Barford & Perkins[1]) (früher Amies, Barford & Co.) in Peterborough in folgenden Abmessungen gefertigt:

Länge. Meter.	Durchmesser. Meter.	Annäherndes Gewicht. leer. Kilogramm.	mit Wasser gefüllt. Kilogramm.	Preis. Mark.
1.98	0.46	400	700	350
1.98	0.51	450	800	370
1.98	0.61	550	1100	420
1.98	0.68	600	1300	550
1.98	0.76	700	1500	620

2. Ringelwalzen.

Die Ringel- oder Scheibenwalzen bestehen aus einer größeren Anzahl auf einer oder mehreren Achsen aufgesetzter Scheiben von glattem Umfange in prismatischem oder ähnlichem Querschnitte. Bei der Fortbewegung der Ringelwalzen über dem Acker erzeugen dieselben parallele Furchen in der Fahrrichtung, so daß die Oberfläche in Kämme gelegt wird. Allgemein werden die Ringelwalzen den cylindrischen Walzen vorgezogen, wenn der Boden harte Schollen enthält, welche durch die Wirkung der Walze zerkleinert werden sollen, oder wenn ein loser, nicht genügend gesetzter Boden eine Compression erhalten soll. Vor Allem, wenn der mit der Walze bearbeitete Boden nicht wieder aufgeeggt werden soll, ist die Ringelwalze der cylindrischen bei Weitem vorzuziehen. Letztere erzeugt eine ebene Bodenfläche, welche besonders geeignet ist, eine der Vegetation wie der Ackergahre schädliche Kruste zu bilden, während die Ringelwalze in Folge ihrer gleichzeitig schneidenden und ebnenden Wirkung gewissermaßen die Function der Egge und der glatten Walze vereinigt und die Krustenbildung hindert. Ueberdies schützen die kleinen Kämme die junge aufsprießende Saat vor Wind und Regenschlag und verhindern somit Schäden während der ersten Vegetationsperiode.

Man verwendet einfache und doppelte Ringelwalzen. Die ersteren werden bei uns hauptsächlich für leichtere Arbeiten benutzt, z. B. um den ausgestreuten Samen in die Erdkrume zu drücken oder zur letzten Bodenbearbeitung vor der Aussaat; in diesem Falle erhalten sie ein Gewicht

1) Bei der Prüfung von Walzen Seitens der Royal Agricultural Society in Hull 1873 erhielten die Walzen von Barford & Perkins die ersten Preise. Vergl. Journal of the Royal Agricultural Society of England, Second Series, Vol. IX Seite 588.

von höchstens 300 Kilogramm bei 2 Meter Arbeitsbreite. In England verwendet man dagegen einfache Ringelwalzen nach der Construction von Cambridge sehr häufig als Schollenbrecher, wobei dieselben bis 1000 Kilogramm schwer (bei 2.4 Meter Breite) ausgeführt werden. Die gewöhnliche Cambridge'sche Walze, welche bei uns fast keine Verwendung gefunden hat, ist in ihrer äußeren Anordnung genau übereinstimmend mit der Taf. XIII Fig. 9 dargestellten glatten Walze disponirt. Die Achse ist in den beiden Seitenwangen des Gestelles befestigt und befindet sich lose auf derselben und dicht neben einander eine größere Anzahl von gußeisernen, aus einer Nabe, Speichen und dem Kranze gebildeten Scheiben;

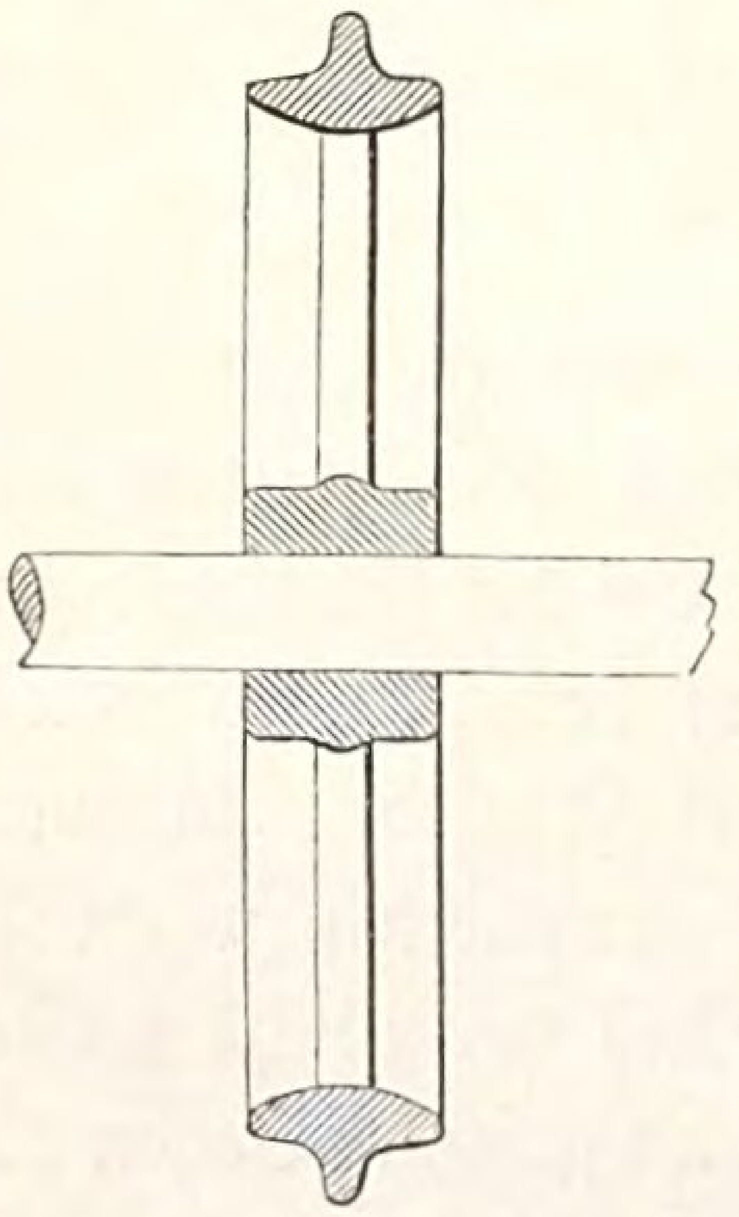


Fig. 159. Scheibe einer Cambridge-Walze.

der Querschnitt des letzteren ist aus dem Durchschnitte Fig. 159 ersichtlich. Zur Reinigung der einzelnen Scheiben von anhaftender Erde dienen entweder Abstreicher, von denen für jede Scheibe ein besonderer vorhanden sein muß, oder es werden die Walzen „selbstreinigend" ausgeführt, d. h. man setzt stets abwechselnd eine kleine und eine größere Scheibe neben einander und giebt der kleineren eine größere Nabenöffnung, so daß sie einen entsprechenden Spielraum auf der Achse erhält. Hierdurch entsteht bei dem Wälzen auf dem Boden eine Hin- und Herbewegung der kleineren Scheiben zwischen den größeren, wodurch ein Abstreichen der etwa anhaftenden Erde erfolgt.

Die Howard'sche Fabrik in Bedford fertigt diese Walzen in folgenden Abmessungen:

Länge. Meter.	Durchmesser. Meter.	Gewicht. Kilogramm.	Preis einschl. Treibersitz. Mark.
1.83	0.51	650	275
2.13	0.51	750	315
2.44	0.51	850	335
1.83	0.66	950	355
2.13	0.66	1050	375
2.44	0.66	1150	435

Die doppelten Ringelwalzen haben bei uns eine weit umfassendere Verbreitung gefunden als die einfachen; sie bestehen aus zwei, parallel zu einander in einem gemeinschaftlichen Gestell gelagerten Ringelwalzen mit Scheiben von prismatischem Arbeitsquerschnitte, welche derartig versetzt angeordnet sind, daß die Zähne der einen Walze in die Lücken der

anderen eingreifen, so daß ein selbstthätiges Reinigen der Umfänge von anhaftender Erde erfolgt. Die Scheiben sind dicht neben einander auf hölzernen, gewöhnlich quadratischen Bäumen aufgezogen und mit eisernen Federn derartig befestigt, daß ein Lockerwerden verhütet wird. Unumgänglich erforderlich ist eine Transportvorrichtung, aus zwei Seitenrädern bestehend, welche durch Hebel derartig eingestellt werden können, daß die Walze frei über dem Boden auf den Rädern ruht, da andernfalls beim Transport auf Pflasterstraßen die scharfen Ränder der Scheiben leicht beschädigt werden. Die Form der letzteren weicht bei den verschiedenen Ausführungen einigermaßen von einander ab; in der Regel sind

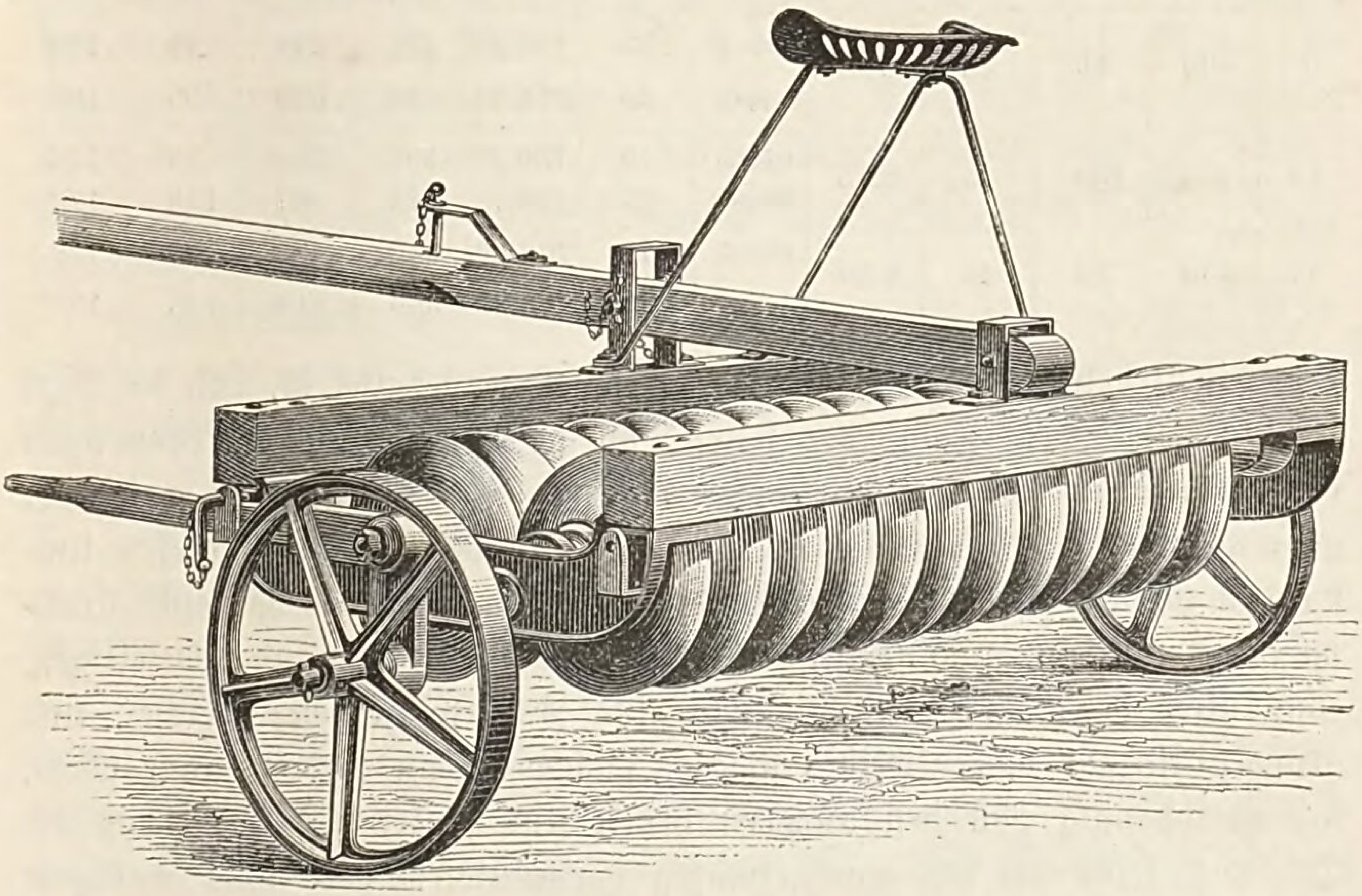


Fig. 160. Ringelwalze.

dieselben scharf und an den Seitenflächen schwach gewölbt; in dieser Anordnung eignen sie sich am besten zum Brechen und Durchschneiden der Schollen. Empfehlenswerth ist die Anbringung eines Treibersitzes über dem Walzengestell. Fig. 160 stellt die doppelte Ringelwalze in der Ausführung der Wiener Maschinenfabriken[1]) dar; die Seitenwangen, welche die Lagerzapfen der beiden Walzen aufnehmen, sind aus Gußeisen gefertigt und durch zwei Querbalken mit einander verbunden. Die Arbeitsbreite beträgt 1.90 Meter, das Gewicht 610 Kilogramm und der Preis 176 Gulden ö. W.

1) Clayton & Shuttleworth, M. Hofherr, A. Burg & Sohn.

In der Ausführung der Aerzener Maschinenfabrik zu Aerzen in Hannover sind die früher benutzten Holzwalzen, auf welche die Ringe geschoben wurden, durch eiserne Achsen ersetzt; die einzelnen Ringe können sich auf diesen unabhängig von einander drehen, wodurch das Wenden erleichtert und hierbei ein Zusammenschieben des Bodens verhütet wird. Folgende Zusammenstellung giebt einige Daten über diese Ringelwalzen, deren Länge 2 Meter beträgt (Abmessungen in Millimetern, Gewichte in Kilogramm):

Nr. der Ringe.	Durchmesser	Breite	Lochweite	Gewicht	Gattung der Walze.	Anzahl	Gewicht	Gewicht der Walze		Preise in Mark	
	der Ringe.					der Ringe.		ohne Transportvorrichtung.	mit Transportvorrichtung.	ohne Transportvorrichtung.	mit Transportvorrichtung.
9	300	80	45	7.65	einfach	25	191.25	321	408	96	122
					doppelt	49	374.85	530	620	159	186
10	345	100	45	8.75	einfach	19	166.25	295	385	88	115
					doppelt	37	323.75	478	567	143	170
11	350	92	45	9.50	einfach	22	206.80	332	420	100	126
					doppelt	43	404.20	560	660	168	198

Ein Uebelstand dieser, sonst so werthvollen Geräthe ist, daß bei stark scholligem Acker in Folge der festen, durchgehenden Achsen Erhöhungen des Bodens zu stark, Vertiefungen dagegen nur wenig oder gar nicht gepreßt werden. Die Walze ist nicht im Stande, sich unter diesen Umständen der Bodenoberfläche vollständig zu accomodiren, so daß eine gleichmäßige Krümelung nicht stattfinden kann. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, construirte Rud. Sack in Plagwitz eine Räderwalze, bei welcher eine größere Anzahl von Scheibenrädern, paarweise an Hebeln angeordnet, sich unabhängig von den anderen heben und senken kann, so daß die Wirkung, selbst bei sehr unregelmäßig vorbereitetem oder stark scholligem Boden, eine durchaus gleichmäßige werden muß. Die Scheibenräder, ähnlich wie die Räder der Cambridge-Walze, sind in einem zweiräderigen Fahrgestell in zwei Reihen hinter einander angeordnet und die Hebel ähnlich wie bei einem Drill an einem gemeinschaftlichen Querbalken befestigt; an ihren Enden sind an kurzen Querachsen die beiden zusammen arbeitenden Scheiben aufgesetzt. Dieselben greifen wie bei der gewöhnlichen doppelten Ringelwalze in einander, um ein Abstreifen der anhaftenden Erde zu bewirken. Für den Transport werden die Scheiben mit ihren Hebeln angehoben und ruht alsdann der Apparat allein auf den Fahrrädern.

Die Arbeitsbreite der Sack'schen Räderwalze ist 2 Meter, das Gewicht einschließlich der Transporträder und Deichsel 550 Kilogramm, ohne dieselben 450 Kilogramm, die Preise betragen bez. 285 und 215 Mark.

3. Trommel- oder Prismawalzen.

Diese Gattung von Walzen, zum Ebenen und Krümeln leichten Bodens in Verwendung, besteht gewöhnlich aus zwei bis drei auf gemeinschaftlicher Achse drehbar aufgesetzten Trommeln, deren Umfang aus parallel zur Achse liegenden, schmiedeeisernen Stäben gebildet wird. In der Regel wird hierzu Quadrateisen verwendet, und zwar in derartiger Stellung, daß die scharfen Kanten nach außen stehen. Im Uebrigen ist die Disposition die nämliche wie die der mehrtheiligen glatten Walzen. In sehr zweckmäßiger Ausführung werden diese Walzen von der Actiengesellschaft H. F. Eckert in Berlin gefertigt; dieselben besitzen den beträchtlichen Durchmesser von 1.10 Meter, eine Arbeitsbreite von 2.66 Meter und wiegen 1500 Kilogramm (Preis 400 Mark). Trotz des hohen Gewichtes erfordert diese Walze nur eine verhältnißmäßig geringe Zugkraft, da der Durchmesser der Trommeln stets groß gewählt wird; zwei Pferde können sie bequem betreiben.

Zuweilen stellt man die Trommelwalze in erheblich einfacherer Ausführung her: zwei Wagenräder auf gemeinschaftlicher Achse bilden die Stirnwände der Trommel und wird der Umfang aus dreikantigen scharfen Latten von hartem Holze, in der Regel mit Eisen beschlagen, gebildet. In einzelnen Gegenden sind diese Walzen unter dem Namen Gitterwalzen sehr verbreitet. Auch die sog. Kantenwalze gehört zu der Gruppe der Trommelwalzen; sie besteht aus einem Holzcylinder von etwa 0.42 Meter Durchmesser und 1.10 Meter Länge, an dessen Umfange der Länge nach Schienen von Winkeleisen mittelst Holzschrauben befestigt sind, deren Kanten etwa 0.10 Meter von einander abstehen. Diese Walze, deren Gewicht einschließlich der Transporträder 290 Kilogramm beträgt und zu deren Fortbewegung 1 Pferd, in der Gabeldeichsel gespannt, erforderlich ist, findet namentlich zum Unterbringen feiner Sämereien, z. B. des Klees oder der Luzerne, vortheilhafte Verwendung. Der Same wird durch die Winkelschienen zu einer Tiefe von etwa 2.5 Centimeter in den Boden gedrückt und bei der Aufwärtsbewegung der Kanten mit etwas Erde bedeckt. Auch benutzt man die Kantenwalze in einigen Gegenden zum Nachwalzen der jungen Pflanzen bald nach ihrem Emporkommen aus dem Boden.

4. Schollenbrecher.

Unter Schollenbrecher versteht man Walzen, welche aus einer größeren Anzahl auf gemeinschaftlicher Achse aufgesetzter Scheiben gebildet werden, deren äußerer Umfang mit prismatischen Zähnen besetzt ist. Ueberdies

sind noch an den Seitenwangen der Scheiben Zähne angebracht, welche die Arbeit der am Umfange befindlichen Zähne wirksam unterstützen. Die Erfindung der Schollenbrecher rührt von William Crosfill in Beverley (England) her; man nennt dieselben häufig kurzweg Crosfillwalzen. Für das Zerkleinern der Schollen auf schwerem Boden giebt es kein geeigneteres Geräth als diese; sie sind in England ganz allgemein in Anwendung und finden auch auf dem Continente vortheilhafte Verwendung, sobald die Bodenbeschaffenheit eine ähnliche ist wie in England.

Taf. XIII Fig. 11 und 12 geben die Seitenansicht und den Querschnitt der Crosfillwalze mit einigen Verbesserungen, welche erst in neuerer Zeit eingeführt wurden. Dahin gehört namentlich, daß die Scheiben abwechselnd verschiedene Durchmesser, gewöhnlich 0.76 und 0.84 Meter, besitzen und daß die größeren Scheiben nicht fest auf der gemeinschaftlichen Achse aufgesetzt, sondern mit weiten Naben versehen sind, so daß sie sich beim Abwälzen hin und her schieben. Hierdurch wird es ermöglicht, daß anhaftende Erde, welche namentlich bei noch feuchtem Boden den Gang der Walze hindern würde, abgeschüttelt wird. Selbstverständlich darf die Crosfillwalze trotzdem nur bei nahezu trockenem Boden in Anwendung gebracht werden. Taf. XIII Fig. 13 bis 15 stellen eine etwas abweichende Anordnung der Crosfillwalze dar, ebenfalls mit der Vorrichtung zum Selbstreinigen. Fig. 14 und 15 sind die beiden Scheiben von verschiedenem Durchmesser. Aus der Anordnung Taf. XIII Fig. 11 ist ersichtlich, daß die Achslager in gußeisernen Seitenwangen ruhen, die nicht symmetrisch, sondern nach hinten überragend geformt sind. Es hat diese Disposition, welche ebenfalls erst in neuerer Zeit eingeführt wurde, den Zweck, die Walze, sobald der Arbeiter den Treibersitz bestiegen, vollständig zu balanciren.

Die Achse ist außerhalb der Seitenwangen verlängert, um zwei Fahrräder aufzunehmen. Zuweilen setzt man auch auf den beiden Achsenden Zahnsegmente auf und befestigt die Radzapfen excentrisch zur Walzenachse an diesen. Mittelst zweier in die Zahnsegmente eingreifender Schnecken können die Fahrräder gehoben und gesenkt werden, um ohne Zeitverlust das Geräth arbeits- oder transportfähig zu machen.

Die Beverley Iron & Wagon Co. liefert die Crosfillwalzen in folgenden Abmessungen:

Arbeitsbreite. Meter.	Durchmesser der Scheiben. Meter.	Gewicht. Kilogramm.	Zugkraft.	Preis. Mark.
1.83	0.84 und 0.76	11.25	4 Pferde	500
1.83	0.69 „ 0.61	7.50	2 „	400

Fr. Dehne in Halberstadt fertigt in neuester Zeit auch dreitheilige Croskillwalzen nach der Construction der Fig. 158 (Seite 336) dargestellten dreitheiligen glatten Walze. Durch diese Anordnung ist das Wenden derselben beträchtlich erleichtert, da kein Einwühlen in den Boden stattfinden kann. Die dreitheilige Croskillwalze wird in zwei verschiedenen Größen ausgeführt, und zwar von 0.40 Meter Durchmesser, 500 bis 550 Kilogramm schwer und 0.47 Meter Durchmesser, 600 bis 650 Kilogramm schwer zu den Preisen von bez. 165 und 195 Mark.

Außer zum Zerkleinern von Schollen findet die Croskillwalze noch eine sehr mannigfaltige Verwendung, namentlich zum Festigen des Bodens, zum Ueberwalzen des Weizens, wenn Frost und Wind die jungen Keime blos gelegt haben, zur Vertilgung von Maulwurfsgrillen und Larven, zum Ueberwalzen der Rüben vor dem Behacken, sobald sie in's Blatt geschossen sind, um das Ungeziefer zu vertilgen, und endlich zum Walzen von Grasland und Wiesen nach dem Aufbringen von Compost.

5. Stachelwalzen.

Die Stachelwalzen haben die nämliche Aufgabe zu erfüllen wie die Schollenbrecher; sie sollen die Schollen zerkleinern und harte Krusten

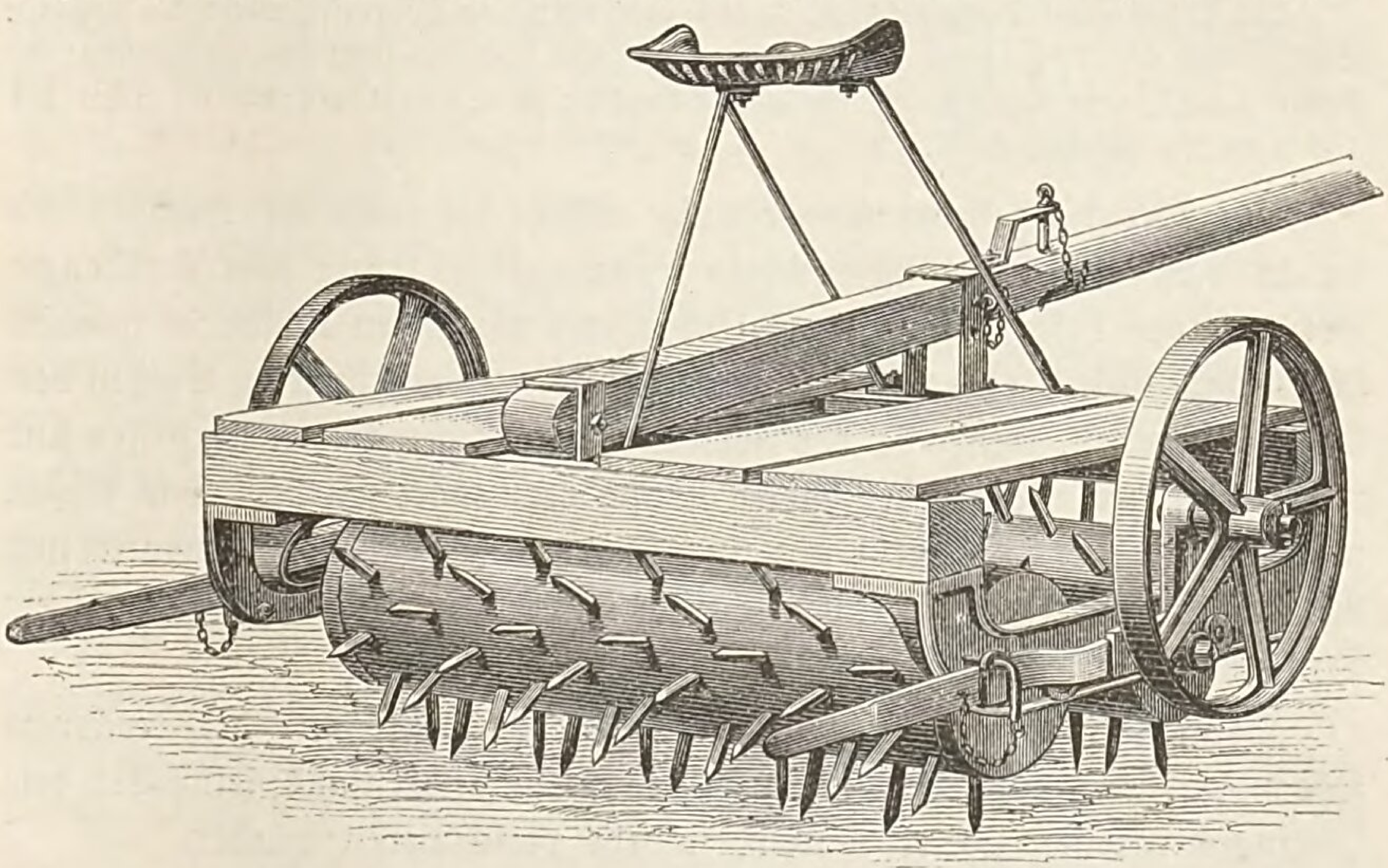


Fig. 161. Stachelwalze.

zerstören. Es müssen stets zwei parallel zu einander gelagerte Stachelwalzen gemeinschaftlich arbeiten, damit sich dieselben durch die Stacheln selbstthätig reinigen und Verstopfungen verhütet werden. Fig. 161 stellt eine vorzügliche Anordnung dieser Walzen dar. Die in gußeisernen Seitenwangen lagernden hölzernen Walzen von 1.25 Meter Länge sind

mit einer großen Anzahl schmiedeeiserner Stacheln versehen, welche derartig gestellt sind, daß die Stacheln der einen Walze durch die Zwischenräume der anderen hindurchgreifen. An der Seite befinden sich Transporträder, welche mittelst Hebel gesenkt werden können, um die Walze vom Boden zu heben und so transportfähig zu machen. Das Gestell ist mit einem bequemen Treibersitze versehen und stimmt mit demjenigen der Seite 339 besprochenen Ringelwalze überein. An Stelle der Deckbretter, welche den Führer gegen Verletzungen durch die Stacheln sichern, z. B. beim Abgleiten von seinem Sitze, kann auch ein Kasten zur Aufnahme von Beschwerungsmaterial angebracht werden, falls für bestimmte Arbeiten das Gewicht der Walze nicht genügen sollte. Die Deichsel ist mittelst eines Stiftes für verschiedene Höhe einzustellen.

Erheblich vereinfacht wird diese Stachelwalze durch Verwendung hölzerner Seitenrahmen und eines Schlittens als Transportvorrichtung. In diesem Falle werden auf der oberen Seite des Rahmens zwei Schlittenkufen angebracht, auf welchen die Walze, nachdem sie umgestürzt worden, transportirt wird.

Mit gußeisernen Seitenrahmen, Transporträdern und Führersitz wiegt die doppelte Stachelwalze 470 Kilogramm, mit hölzernem Rahmen und Schlitten 360 Kilogramm; die Preise betragen in der Ausführung von Clayton & Shuttleworth in Wien bez. 153 und 110 Gulden ö. W.

Die hier dargestellte Stachelwalze erfüllt die nämliche Aufgabe wie die in früherer Zeit häufig benutzte Norwegische Egge oder Rollegge. Bei derselben befand sich auf zwei oder drei parallelen Achsen in gemeinschaftlichem Gestell eine große Anzahl gußeiserner, mit scharfen Spitzen versehener Scheiben, welche bei der Fortbewegung in den Boden eingriffen und namentlich zum Lockern der harten Kruste verwendet wurde. Das Gestell war auf drei Rädern, ähnlich wie ein Coleman'scher Grubber, montirt und mit den erforderlichen Stellvorrichtungen für den Tiefgang sowie einem Lenkapparate für das Vorderrad versehen.

Selbstverständlich dürfen Stachelwalzen aller Art nur bei trockenem Boden in Anwendung gebracht werden, da sie andernfalls, selbst bei dem Ineinandergreifen zweier Walzen, zu sehr verschmieren würden.

Die Leistung der Walzen wird sehr verschieden angegeben; dieselbe hängt, eine angemessene Bespannung vorausgesetzt, von der Breite der Walzen, der Länge der Ackerstreifen und der Gangart der Zugthiere ab. Als durchschnittliche Leistungen können die von Pabst angegebenen bezeichnet werden, nach welchem mit leichten einspännigen Walzen von 1.50 bis 1.90 Meter Breite in zehn Arbeitsstunden 2.75 bis 4.50 Hektar fertig gestellt

werden; mittelschwere Walzen von 1.25 bis 1.60 Meter Breite, zweispännig benutzt und sehr schwere Walzen von 1.60 bis 1.90 Meter Breite drei- und vierspännig benutzt, fertigen in der angegebenen Zeit 2.30 bis 6.30 Hektar.

f) Die Geräthe zur Reihenbearbeitung (Pferdehacken).

Einleitung.

Zur Bearbeitung der in Reihen angebauten Gewächse während der Vegetationsperiode dienen außer den Häufelpflügen die in großer Mannigfaltigkeit ausgeführten Pferdehacken. Es sind dies ein- oder mehrreihige Instrumente zum Lockern des Bodens zwischen den Pflanzreihen, zum Vertilgen der Unkräuter, zum Vereinzeln des Reihenstandes mittelst des Querhakens, d. h. einer Bearbeitung im rechten Winkel zu der Richtung der Reihen und endlich zum Behäufeln der im Wachsthume bereits vorgeschrittenen Pflanzen. Die Pferdehacken finden ihre hauptsächlichste Verwendung beim Rübenbau, weniger für Getreide, welches bei dem engen Reihenstande, der bei uns üblich ist, in der Regel nicht behackt wird. Die Rübenpflanzen werden während ihrer Vegetationsperiode wiederholt behackt, zu Anfang vornämlich, um eine Krustenbildung zu verhüten und um die zwischen den Reihen sich entwickelnden Unkräuter zu vertilgen, welche andernfalls das Wachsthum der angebauten Pflanzen erheblich beeinträchtigen würden [1]).

Wir unterscheiden ein- und mehrreihige Hackinstrumente, von denen die ersteren eine ähnliche äußere Anordnung besitzen wie die Cultivatoren, zuweilen auch wie die Pflüge. Die eigenthümlichen Werkzeuge zum Zerschneiden des Unkrautes und Lockern des Bodens, in der Regel verstellbar für den Tiefgang und die Arbeitsbreite, sind in dem Rahmen in angemessener Weise befestigt. Bei der geringen Tiefe, in welcher die Pferdehacke zumeist zu arbeiten hat, wird die Zugkraft selbst eines Pferdes durch die einreihige Hacke nur unvollkommen ausgenutzt, weßhalb es im Allgemeinen als rationell bezeichnet werden muß, die Pferdehacken mehrreihig herzustellen, vorausgesetzt, daß die Pflanzreihen nicht zu unregelmäßig erstellt sind und der Boden sorgfältig für den Anbau vorbereitet wurde. Es resultirt in diesem Falle außer einer Ersparung an Zugkraft eine solche an Arbeitern, da z. B. eine vierreihige Rübenhacke nur zwei Arbeiter und 1 bis 2 Pferde zum Betriebe erfordert, während bei der Verwendung einreihiger Hacken für die gleiche Leistung vier Arbeiter und vier Pferde nothwendig sind Die mehrreihigen Hacken werden fast

1) Ein bekanntes landwirthschaftliches Sprichwort sagt: „Die Rübe wird groß gehackt.“

immer correspondirend mit dem vorangegangenen Drill ausgeführt, derartig, daß die Hacke mit einem Vordersteuer von der Spurbreite des Drills versehen und in die noch sichtbaren Radspuren des letzteren eingelenkt wird. Da die Räder des Drills in der Mitte zwischen zwei Reihen fahren, so werden bei der Benutzung mehrschariger Pferdehacken die beiden äußeren Reihen je zur Hälfte behackt.

Die schneidenden Instrumente der Hacken werden in verschiedener Weise angeordnet; bei größeren Reihenabständen ist es erforderlich, die Bearbeitung des Zwischenraumes durch mehrere sich überdeckende Messer zu bewirken. Die Schneiden der Messer erhalten höchstens eine Breite von 0.37 Meter, da dieselben andernfalls in zu beträchtlicher Stärke her-

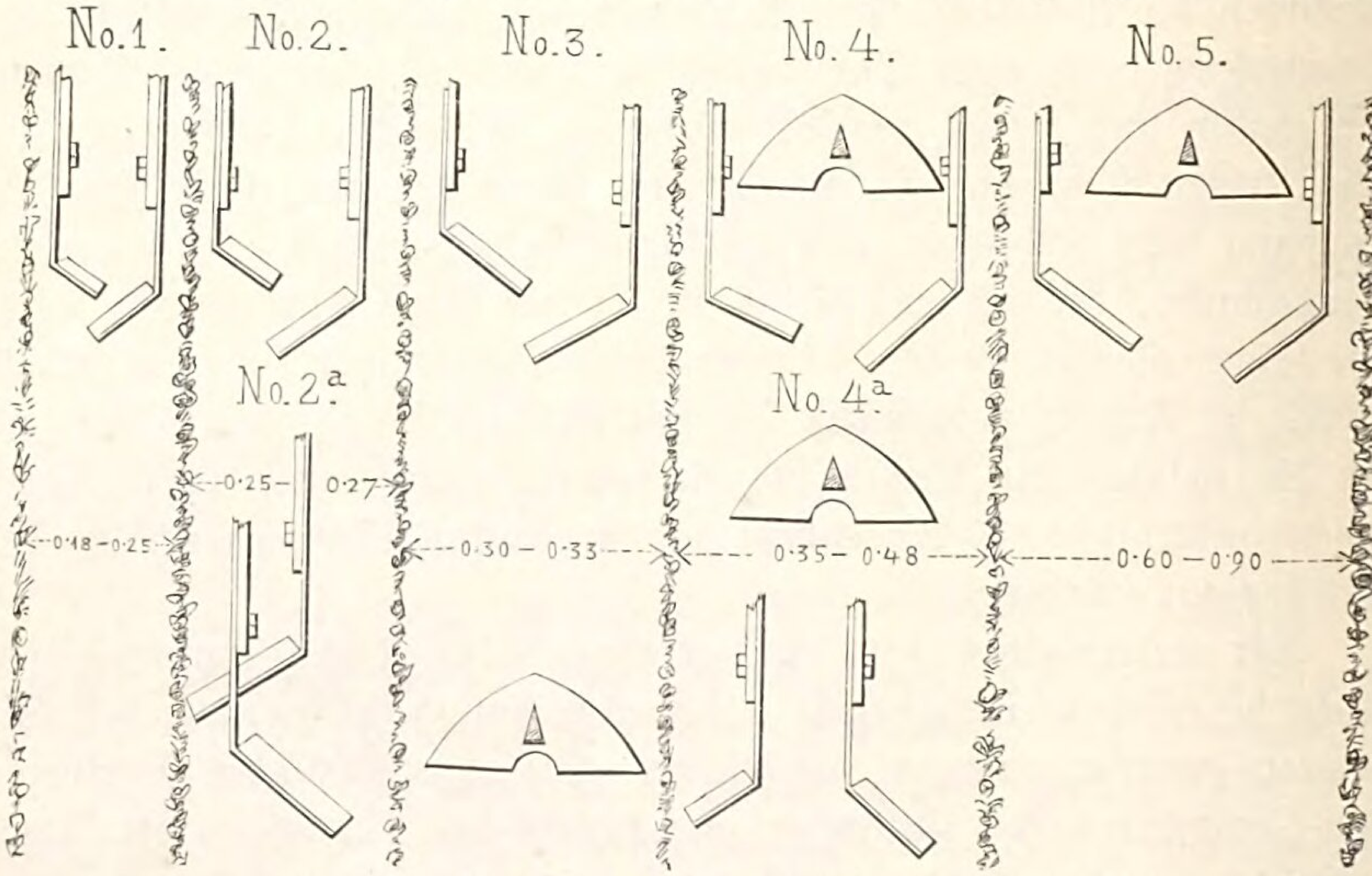


Fig. 162. Anordnung der Hackmesser nach Garrett.

gestellt werden müßten und bei dem Bruche eines Messers die Erneuerung zu kostspielig ausfiele. Für geringe Zwischenräume verwendet man einseitig gestellte Hackmesser, und zwar in der Regel zwei derselben, deren Stiele ziemlich nahe zu einander stehen; je größer die Zwischenräume, desto weiter werden dieselben aus einander gestellt bez. desto längere Messer kommen in Verwendung. Für große Weiten, z. B. beim Rübenbau, wird zwischen den beiden geraden Hackmessern noch ein mittleres, doppelschneidiges Messer, unabhängig von den beiden Seitenmessern, in Anwendung gebracht. Fig. 162 stellt die Anordnung der Messer nach den Anweisungen Garrett's dar, welche in England fast allgemein adoptirt wurden.

Nr. 1 zeigt die Stellung der Messer für Weizen; die Reihenentfernung beträgt 0.18 bis 0.25 Meter und die Schnittlänge der beiden nach einwärts gekehrten Messer 0.10 Meter.

Nr. 2 für Erbsen und Bohnen. Der Zwischenraum ist 0.25 bis 0.27 Meter weit und wird je ein Messer von 0.10 und 0.18 Meter Breite angewendet, welche beide einwärts gekehrt stehen. Wenn die Pflanzen größer werden und sich mehr ausbreiten, so werden die Messer näher an einander gestellt, um den nöthigen Zwischenraum für die Blätter zu lassen. Man benutzt alsdann zwei Messer von 0.18 Meter in der Anordnung Nr. 2ª oder ein halbrundes Messer nach Nr. 3.

Nr. 3 für Erbsen, Bohnen und Rüben. Die Reihenentfernung beträgt 0.30 bis 0.33 Meter und kommen zwei Messer von 0.18 Meter Breite einwärts gekehrt in Verwendung. Werden die Pflanzen größer, so verfährt man wie in dem gleichen Falle bei der Reihe 2.

Nr. 4 ist die gewöhnliche Messerstellung für Rüben bei 0.35 bis 0.48 Meter Entfernung. Es werden ein 0.10 und ein 0.18 Meter breites, einwärts gekehrtes Messer und ein halbrundes Messer angewendet. Wenn die Pflanzen größer werden, so setzt man die drei Stiele bez. die Hebel derselben (vergl. Seite 356) näher zusammen und dreht die einwärts gekehrten Messer um, wie bei 4ª dargestellt ist.

Die Anordnung Nr. 5 kommt für Rüben in großer Reihenweite und für Kartoffeln in Anwendung. Man benutzt zwei Messer von 0.18 Meter Breite und ein halbrundes Messer. Werden die Pflanzen größer, so verfährt man wie bei der vierten Reihe.

Fig. 163 zeigt die Anordnung der Hack- und Häufelinstrumente bei der Sack'schen Pferdehacke in sechs verschiedenen Combinationen.

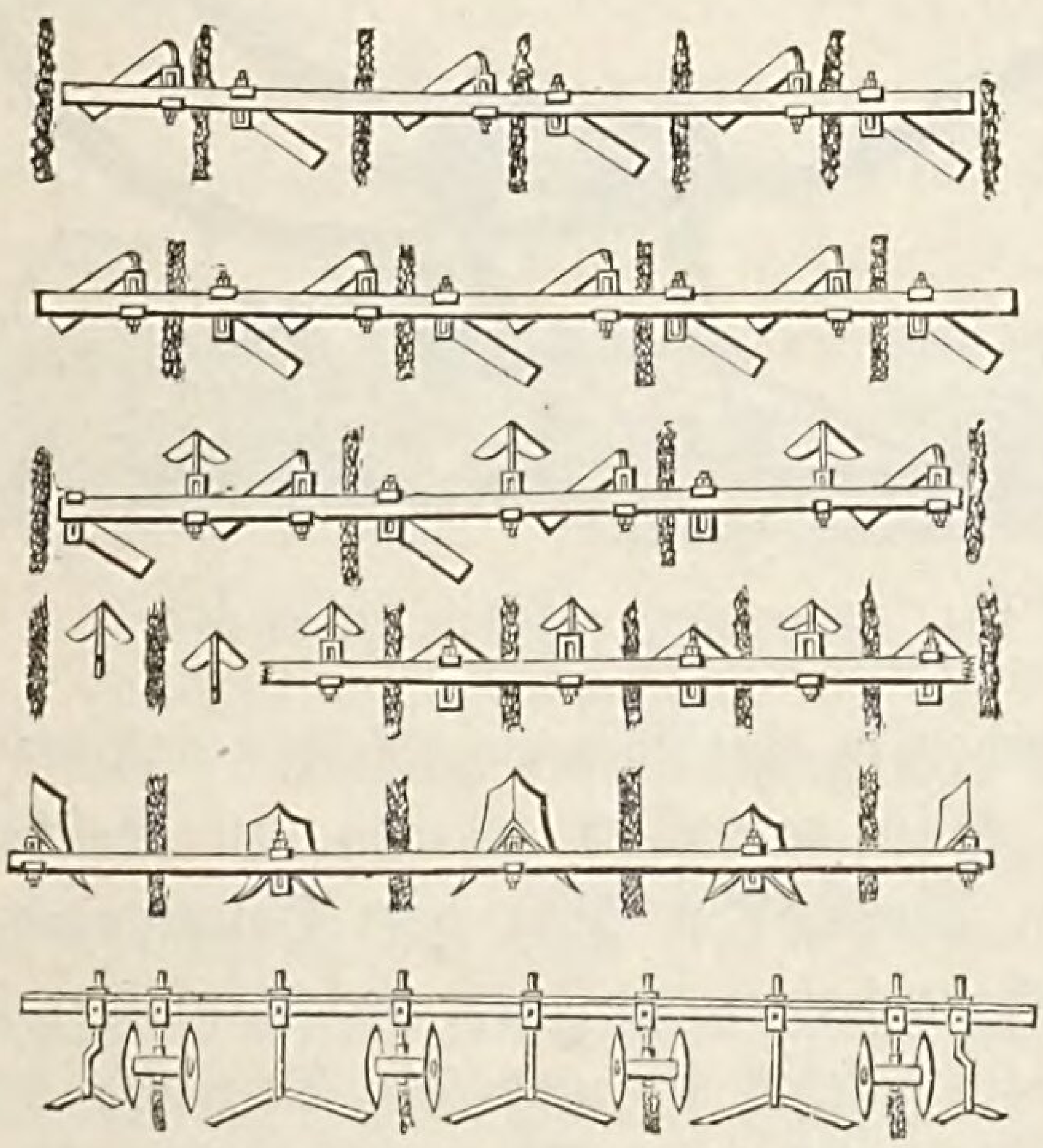


Fig. 163. Anordnung der Hackmesser nach Sack.

Sehr empfehlenswerth ist es, beim ersten Behacken der jungen Rübenpflanzen über den Reihen Schutzrollen wie in der Combination 6 anzubringen, um die Pflanzen vor dem Beschütten mit Erde, Wurzel- oder Düngerresten zu schützen. Diese Rollen, welche in neuerer Zeit bei den Rübenhackmaschinen vielfach benutzt werden, bestehen aus hölzernen Kernen, die zu beiden Seiten mit stark hervorstehenden, runden Blechscheiben armirt sind. Die Walzen drehen sich lose um einen Zapfen, der gewöhnlich an

einem Hackhebel befestigt ist. Passende Abmessungen dieser Schutzwalzen sind: Kerndurchmesser (Holzwalze) 0.13 Meter, Breite der Holzwalze, also lichter Abstand der Blechscheiben 0.09 Meter, Durchmesser der Blechscheiben 0.30 bis 0.32 Meter. Bei der Verwendung der Schutzwalzen werden zwischen denselben große Hackmesser und für die beiden äußeren Halbreihen je zwei kurze Hackmesser angebracht.

1. Einreihige Pferdehacken.

Diese, unter dem Namen Reihenschaufler, Hackpflüge oder Felgpflüge bekannten und sehr verbreiteten Geräthe besitzen ein Pflug- oder Cultivatorgestell, welches vorn in der Regel mit einer Stelze oder einem Stelzrade und hinten mit zwei Sterzen versehen ist. Sie werden entweder dreischarig oder fünfscharig ausgeführt, und zwar befindet sich ein spitzes Hackmesser mit doppelter Schneide vorn in der Mittelachse des

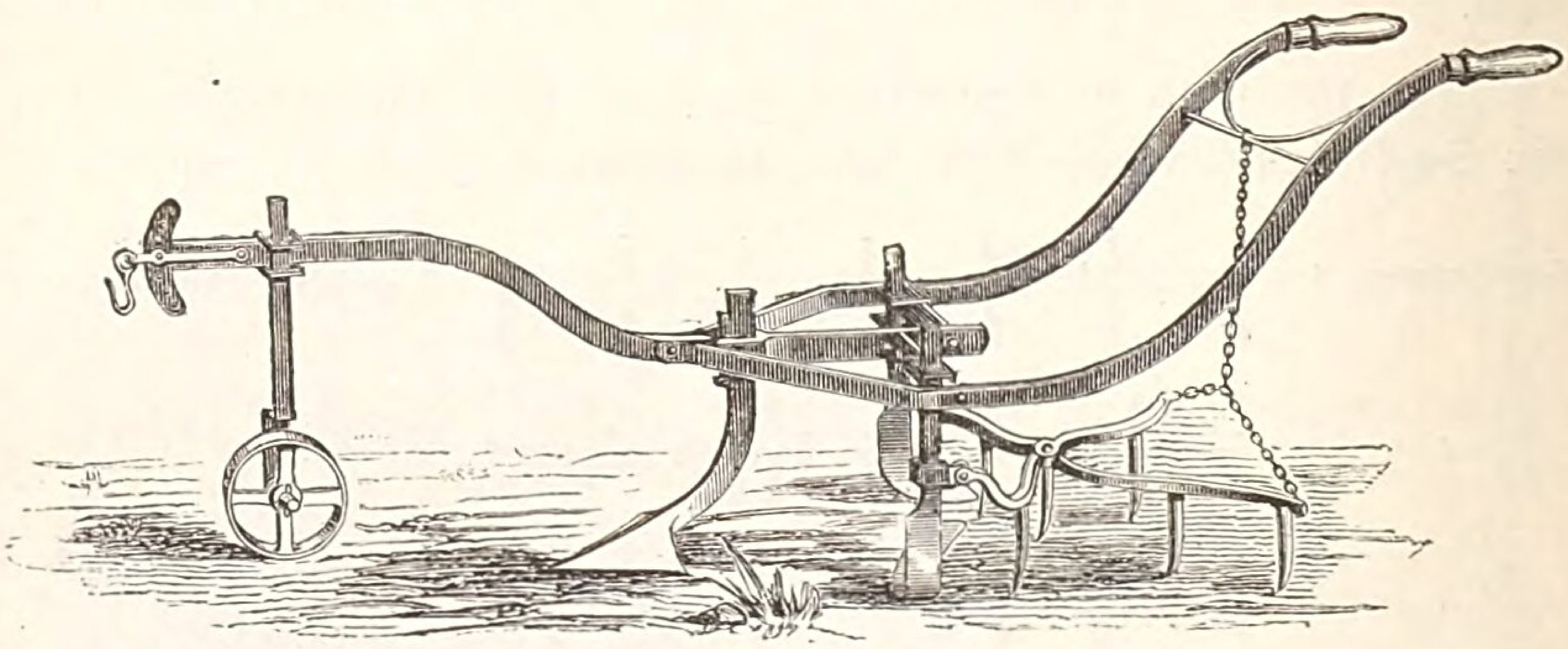


Fig. 164. Einreihige englische Pferdehacke.

Geräthes und die folgenden in einer bez. zwei Reihen dahinter. Die Arbeitsbreite der Felgpflüge kann verändert werden, zu welchem Zwecke die hinteren Hackmesser in Querbalken über dem Hauptgrindel verschiebbar sind. Die hinteren Schare haben die Form rechtwinkliger Dreiecke, deren Hypothenuse nach innen gekehrt ist und die Schneide bildet. In der Ausführung von Gebr. Eberhardt in Ulm erhält der dreischarige Felgpflug einen eisernen Querbalken zur Befestigung der beiden hinteren Schare, wodurch die Verstellbarkeit derselben erleichtert wird und Witterungseinflüsse keine nachtheiligen Veränderungen an dem Rahmen verursachen können.

Aus dem einfachen Felgpfluge ist jedenfalls die in Fig. 164 dargestellte Pferdehacke hervorgegangen, welche in nahezu übereinstimmender Anordnung von den meisten englischen Fabrikanten hergestellt wird. Dieselbe enthält ein Blattschar und zwei einseitige, einwärts gekehrte Hackmesser, welche letztere für verschiedene Arbeitsbreite eingestellt werden können.

Hinter den Messern folgt eine Egge mit kreuzförmigem Rahmen, welche die Aufgabe hat, das durch die Hackmesser zerschnittene Unkraut an die Oberfläche zu bringen. Mittelst einer Kette kann dieselbe angehoben werden, um das Unkraut in Haufen liegen zu lassen. Soll diese Hacke zum Kammbau verwendet werden, so erhalten die Hackmesser eine entsprechende Krümmung.

Das Gewicht dieser zum Reinigen der Zwischenräume der Kartoffeln, des Mais und der Rüben vielfach benutzten Hacke beträgt einschließlich der angehängten Egge 46 Kilogramm, der Preis bei Clayton & Shuttleworth in Wien 38 Gulden ö. W.

Häufig werden zum Vertilgen des Unkrautes zwischen den Reihen, namentlich bei Kartoffeln, Expansionseggen in der Form der bereits seit langer Zeit bekannten Kartoffeleggen, Furcheneggen oder Furchenigel (Kratzigel) benutzt. Das verbreitetste der hierher gehörigen Geräthe ist die Altenburger Kartoffelegge [1]), bestehend aus einem Mittelbalken, an welchem charnierartig zwei Seitenbalken befestigt sind. Jeder dieser drei Balken ist mit 6 schwach gekrümmten Zähnen, die in gleichen Abständen hinter einander gestellt sind, armirt. Vorn an dem Gelenk, welches die seitlichen Balken mit dem mittleren verbindet, ist ein gänsefußartiges Grubberschar und vor diesem ein Stelzrad angebracht. Die Feststellung der beweglichen Seitenschienen unter gleichem Winkel erfolgt am hinteren Ende des Geräthes mittelst mehrfach durchlochter Stellschienen aus Flacheisen. Mit dem Mittelbalken sind zwei gekrümmte Sterzen zur Führung der Furchenegge verzapft. In der Ausführung von E. Kühne in Wieselburg (Ungarn) kostet dieses auch unter dem Namen Rübenigel verbreitete Geräth 20 Gulden ö. W. Die Howard'sche Rübenegge Fig. 167, welche namentlich in französischen Rübenwirthschaften umfassende Verwendung findet, ist lediglich eine Combination mehrerer dieser älteren Furcheneggen in dem Gestell der Smith'schen Pferdehacke.

Fast übereinstimmend mit dem Rahmen der Altenburger Furchenegge ist derjenige der Dombasle'schen einreihigen Pferdehacke, Fig. 165 in der Seitenansicht und dem Grundrisse dargestellt. Dieses, in Frankreich weit verbreitete Geräth besteht aus dem Mittelbalken a, den beiden gelenkartig mit demselben verbundenen Seitenbalken b und c und den an diesen befestigten Sterzen d. Am Mittelbalken ist ein dreieckiges Hackmesser und an den beiden Seitenbalken sind je zwei einseitig gekröpfte Messer angebracht. Zwei Stellschienen e und die an einem Kloben an-

---

1) Abgebildet u. a. in dem Werke: Beschreibung und Abbildung der nützlichsten Geräthe und Werkzeuge zum Betriebe der Land- und Forstwirthschaft von E. F. C. König, Taf. XIV Fig 69; Stuttgart 1847 und in Pabst' Lehrbuch der Landwirthschaft 7. Auflage von Dr. W. von Hamm, Seite 151; Wien 1878.

gebrachte Druckschraube f ermöglichen die Einstellung der seitlichen Hackmesser für verschiedene Arbeitsbreite, welche zwischen 0.40 und 0.70 Meter geändert werden kann. In neuerer Zeit versieht die Dombasle'sche Fabrik das Geräth mit einem Führungsrade am Kopfe des Mittelbalkens, wodurch eine sichere Führung und bequeme Einstellung für den Tiefgang ermöglicht wird.

Zuweilen werden auch die Seite 347 erwähnten Schutzrollen, welche vorwiegend für die mehrreihigen Pferdehacken Verwendung finden, bei den einreihigen Hacken angebracht. In dieser Weise ist z. B. die im südlichen Rußland benutzte Robra'sche Pferdehacke, von der Actiengesellschaft H. F. Eckert in Berlin gefertigt, für die erste Hackarbeit armirt; sie nimmt

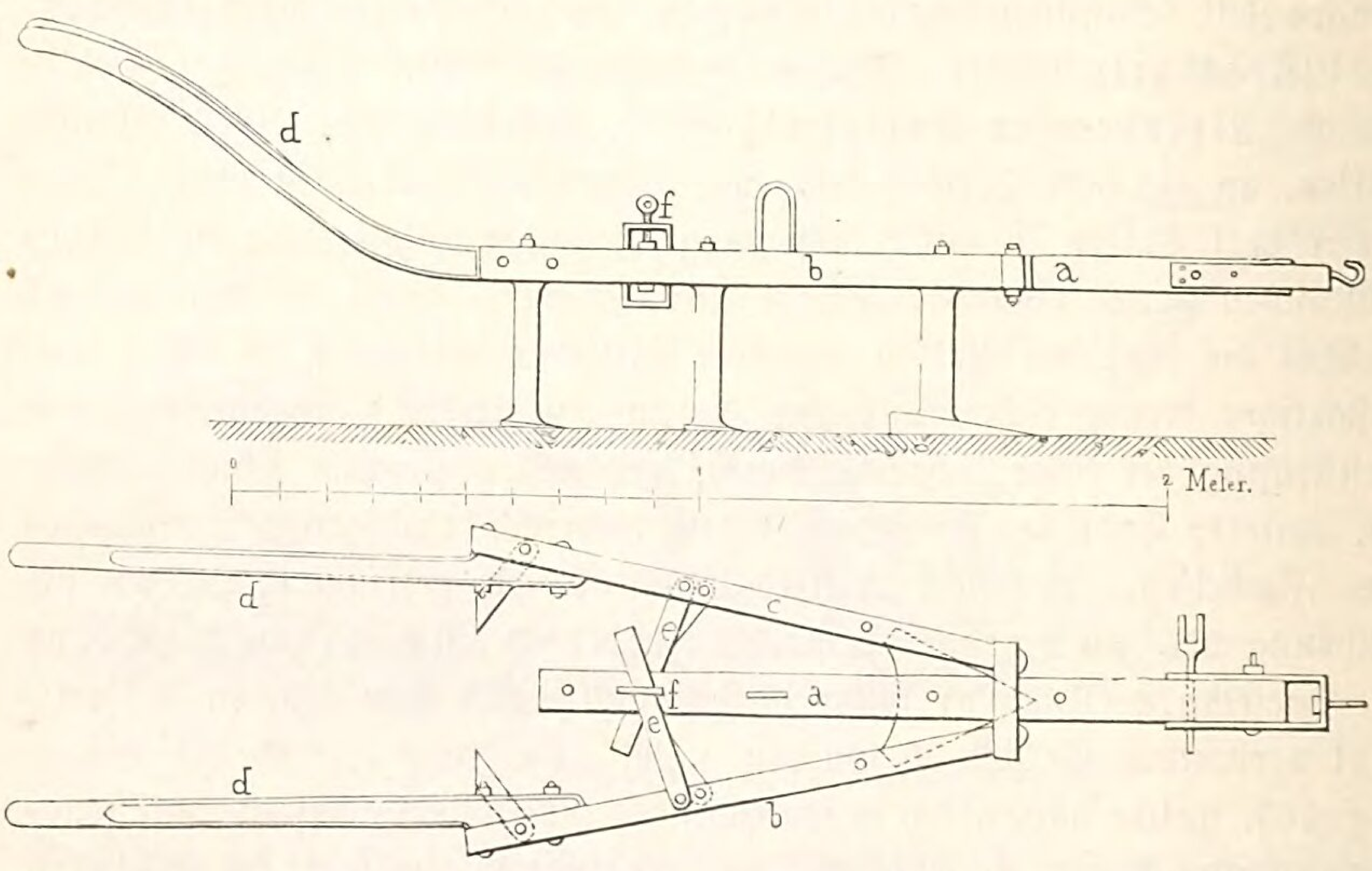


Fig. 165. Einreihige Pferdehacke von Dombasle.

bei dieser in ihrem schmiedeeisernen Gestell vorn ein und an einem Querbalken zwei verstellbare Messer auf, während an einem zweiten, dicht hinter dem ersten angebrachten Querbalken die ebenfalls verstellbaren Schutzrollen befestigt sind. Anstatt dieser Armatur kann die Robra'sche Hacke auch mit Häufelkörpern sowie einer kleinen Egge für verstellbare Arbeitsbreite versehen werden. Dieselbe wird für eine Reihenentfernung der Rüben zwischen 0.35 und 0.50 Meter benutzt; ihr Gewicht beträgt 65 Kilogramm, der Preis 90 Reichsmark.

Eine besondere Gruppe der einreihigen Pferdehacken bilden die in Frankreich vielfach benutzten Hackgeräthe zur Cultur des Weinstockes. Vorwiegend werden hierzu Expansionseggen, außer mit den Eggenzähnen noch mit Hackmessern armirt, in Verwendung gebracht, z. B. derartig, daß ein dreieckiges Hackschar an der Spitze, darauf

folgend an den verstellbaren Seitenrahmen eine Anzahl von Eggenzähnen und am Ende der Rahmen je ein nach einwärts gekehrtes Hackmesser angeordnet sind. Vorn befindet sich ein Stelzrad; hinten endigt das Geräth in zwei Führungssterzen.

Uebrigens zeigen die Hacken für den Weinbau, die bei uns keinen Eingang gefunden haben, eine große Mannigfaltigkeit und werden dieselben von vielen französischen Fabrikanten, z. B. Renault-Gouin in St. Maure, Moreau-Chaumier in Tours, Souchu-Pinet in Langeais (alle drei im Dep. Indre-et-Loire in der Touraine) vortrefflich ausgeführt.

2. Mehrreihige Pferdehacken.

Die mehrreihigen, fast immer mit dem vorangegangenen Drill correspondirenden Pferdehacken, welche bei uns vorwiegend zur Rübencultur Verwendung finden, können in zwei Gruppen unterschieden werden, und zwar in solche mit festen und solche mit an Hebeln beweglichen Scharen. Bei der ersteren besitzen die Schare keine freie Beweglichkeit in der Verticalrichtung, während die Schare der zweiten Gruppe, übereinstimmend mit denjenigen einer Drillsäemaschine (vergl. Abschnitt VI. C), an einarmigen Hebeln befestigt sind. Dieselben bringen somit entspechend ihrer Form und Belastung sowie der Widerstandsfähigheit des Bodens mehr oder minder tief in diesen ein und heben sich beim Antreffen von Hindernissen selbstthätig aus. Erstere Anordnung genügt für ebenen, gleichmäßig lockeren und steinfreien Boden; sie gewährt hier sogar den Vorzug, daß die festen Schare, da ihnen ein Ausweichen unmöglich ist, etwaige unverweste Wurzelreste sicher durchschneiden, so daß sich derartige Theile, mit anhaftender Erde untermischt, nicht an die Hackmesser anlegen und zu Verstopfungen Veranlassung geben können. Ueberdies zeichnen sich die Pferdehacken mit festen Messern durch ihre große Einfachheit und Billigkeit gegenüber den Hebelhacken aus. Auch die Zugkraft fällt in Folge des geringeren Gesammtgewichtes unter sonst gleichen Verhältnissen bei ersteren niedriger aus, was wohl für völlig horizontalen Boden nicht zu sehr in Betracht kommt, jedoch bei Steigungen und schwachen Zugthieren immerhin der Beachtung werth ist. Die Hebelhacken eignen sich dagegen am besten für unebenen und nicht vollständig steinfreien Boden, auf welchem eine Maschine mit festen Messern fortwährend aus der Richtung kommen oder Beschädigungen erleiden würde.

Jede mehrreihige Hacke für Flachbau muß derartig eingerichtet sein, daß sämmtliche Hack- (oder Häufel-)Instrumente gemeinschaftlich von dem hinter der Maschine gehenden Arbeiter zur Seite bewegt werden können, da es nur mit dieser Anordnung möglich ist, daß die Hacke dem vorangegangenen Drill genau folgen kann und eine Beschädigung der jungen, im Wachsthume begriffenen Pflanzen verhütet wird. Sobald die Säemaschine durch

irgend einen Umstand eine seitliche Bewegung macht, z. B. durch unruhigen Gang der Zugthiere, mangelhaftes Steuern oder dadurch, daß ein Rad der Maschine auf einen Stein oder in eine Vertiefung fährt, so entstehen kurze Krümmungen in den Reihen, denen die Hacke folgen muß. Es läßt sich dies nicht durch das Einlenken mittelst des Vordersteuers erreichen, vielmehr muß der Hackapparat in der Maschine selbst nach beiden

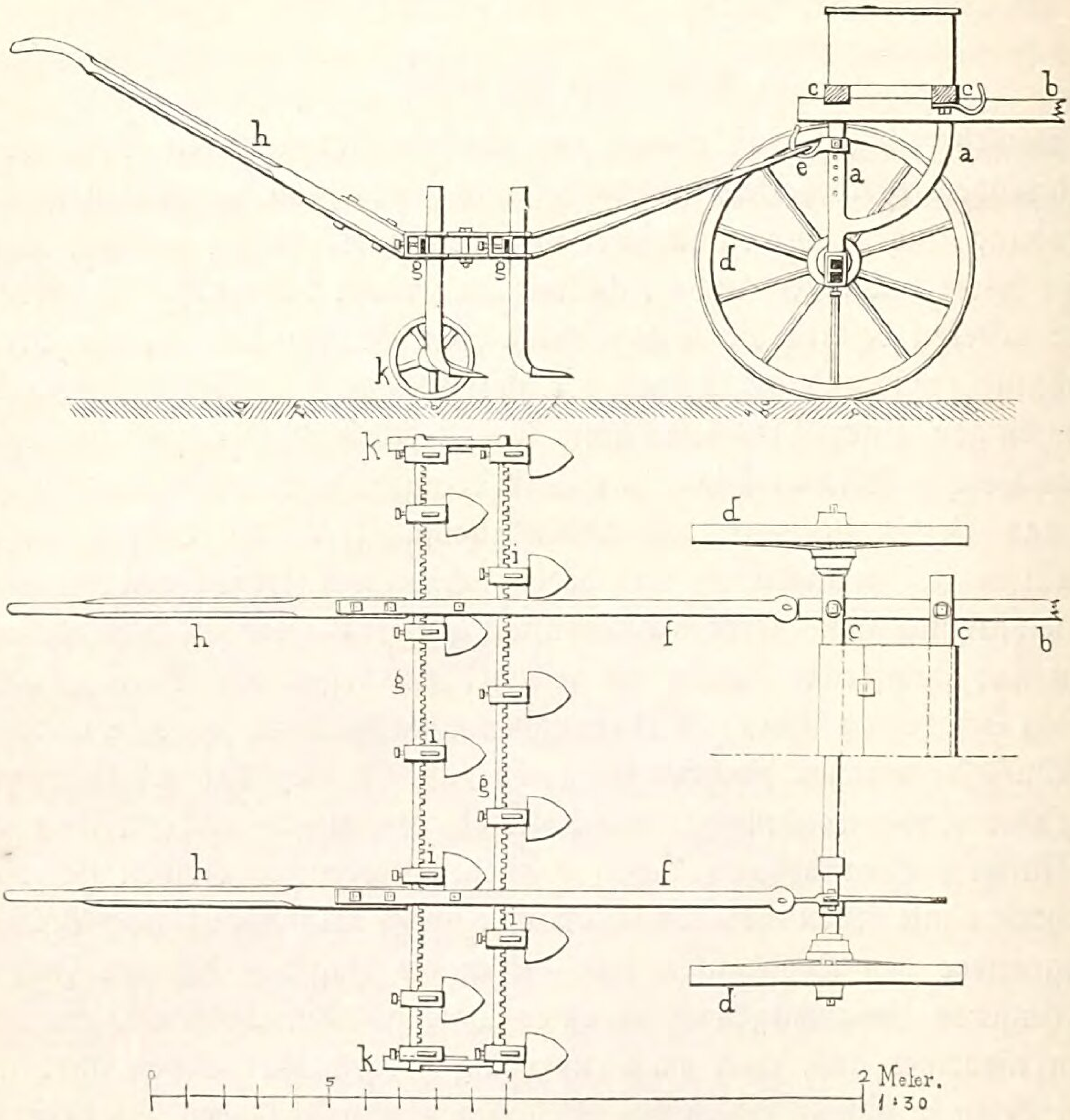


Fig. 166. Pferdehacke von Smith.

Seiten hin leicht verschoben werden können, zu welchem Zwecke jedoch eine seitliche Beweglichkeit des Hackappartes um 0.30 Meter (zusammen also von der mittleren, normalen Stellung um 0.15 Meter nach jeder Richtung) vollkommen genügt.[1])

1) Den mehrreihigen Hacken wird zuweilen der Vorwurf gemacht, daß ihre Einlenkung entsprechend den Drillreihen sehr geübte Arbeiter erfordert. Wird jedoch die Regel streng beachtet, daß der Arbeiter stets nur eine Reihe im Auge zu behalten hat und die Hack- oder Häufelinstrumente lediglich für diese Reihe einstellt,

α) Pferdehacken mit festem Messern.

Als Repräsentant der mehrreihigen Pferdehacken mit festen Messern kann die weit verbreitete Smith'sche Pferdehacke, erfunden von William Smith in Kettering, Northamptonshire, angesehen werden. In Deutschland ist dieselbe vorwiegend unter dem Namen Salzmünder Pferdehacke bekannt. Fig. 166 zeigt die Seitenansicht und den Grundriß des Geräthes.

Das Wagengestell wird aus den beiden schmiedeeisernen Seitenrahmen a gebildet, welche oben mit der Gabeldeichsel b und den beiden Holmen c verschraubt sind. Die Achsen der Fahrräder d sind ebenfalls mit den Seitenrahmen a fest verbunden; dieselben bestehen aus zwei, mittelst Klammern und Schrauben vereinigter Theile, welche eine Verschiebung und mithin eine Einstellung der Räder in die Spur des vorangegangenen Drills gestatten. Die beiden kräftigen Haken e können an den Seitenrahmen zu verschiedener Höhe eingestellt werden, zu welchem Zwecke die betreffenden Schienen mit einer Reihe von Löchern durchbohrt sind. Das Hackgestell besteht aus zwei schmiedeeisernen Seitenwangen f, vorn zusammengeschweißt und mit je einem Auge versehen, welches in die Haken e eingehängt wird. Die Querbalken (Messerbalken) g, zwischen den Doppelschienen der Seitenwangen eingeklemmt, geben dem Hackrahmen die erforderliche Steifigkeit. Hinten endigt der Rahmen in zwei Sterzen h, mittelst welcher derselbe leicht zur Seite bewegt werden kann, da in den Haken e der erforderliche Spielraum vorhanden ist. Anstatt durch Haken und die entsprechenden Augen in den Seitenwangen verbinden einige Fabrikanten den Vorderwagen mit dem Hackapparate durch Gelenke. Die Hack- und Häufelinstrumente, an verticalen Stielen angesetzt und in den verschiedenen, Fig. 162 und 163 dargestellten Formen ausgeführt, können in den Einkerbungen der beiden Messerbalken g mittelst der Schrauben- oder Keilkloben i zu beliebiger Höhe und in der erforderlichen Reihendisposition befestigt werden.

Zuweilen wird die Smith'sche Pferdehacke mit einer Vorrichtung zum Anheben der Schare versehen, bestehend aus einer Welle, welche über dem Hackapparate in zwei, fest mit dem Wagengestell verbundenen Auslegern gelagert ist. Die Enden der Welle nehmen je eine Kurbel auf, von welcher Ketten zu dem Hackapparate geführt sind. Mittelst eines Hebels, welcher dem zwischen den Sterzen gehenden Arbeiter zur Hand ist, kann die Welle gedreht und somit der Hackapparat angehoben werden.

---

so bietet die Handhabung der Maschine durchaus keine Schwierigkeiten dar. Da die übrigen Pflanzreihen parallel der beobachteten und eingesteuerten sind, sich somit die Unregelmäßigkeiten stets gleichmäßig bei allen Reihen wiederholen, so kann hierbei eine Beschädigung der Pflanzen nicht stattfinden.

Diese Vorrichtung wird nur beim Wenden und Transportiren benutzt, da der Apparat auch ohne erhebliche Anstrengung mittelst der Sterzen gehoben werden kann, falls lediglich ein Hinwegheben über Hindernisse nothwendig ist. Anderweitige Detailänderungen der Smith'schen Hacke bestehen in der Verwendung der Laufräder k an den Enden bez. in der Mitte des Hackapparates; dieselben werden mittelst verticaler Stiele ähnlich wie die Hackmesser an den Messerbalken g angebracht. Für gut vorbereiteten Boden erscheinen diese Räder während der Arbeit unnöthig und sogar unvortheilhaft, da sie die seitliche Verschiebung des Rahmens mittelst der Sterzen erschweren; dagegen sind sie für den Transport des Geräthes sehr empfehlenswerth, falls die eben erwähnte Hebevorrichtung fehlt. Für die Arbeit werden die Räder alsdann in die Höhe gestellt. Die einfachsten Smith'schen Hacken (Nr. 3 der Originalausführung) erhalten nur einen Messerbalken g; jedoch möchte sich diese Anordnung im Allgemeinen nicht empfehlen, da die Messer zu dicht neben einander stehen, während bei Verwendung zweier Balken und abwechselnder Stellung der Messer die Entfernungen der benachbarten Messer eine hinlänglich große ist, um Verstopfungen nach Möglichkeit zu verhüten.

Das Gewicht der beschriebenen Hacke beträgt je nach der Zahl und Form der verschiedenen zugehörigen Hack- und Häufelinstrumente 175 bis 200 Kilogramm, der Preis einschl. derselben 200 Mark.

Beachtenswerth sind die Einrichtungen, welche Herr P. Bölte in Oschersleben an der Smith'schen Hacke angebracht hat, um dieselbe auch für den Beetbau oder sehr unebenen Boden verwenden zu können. Der Messerbalken besteht aus zwei unabhängigen Theilen, von denen jeder mittelst besonderer Sterzen von einem Arbeiter geführt wird. Falls die Aussaat nicht mittelst Maschinen erfolgte, namentlich also für den Kartoffelbau, dessen Reihen nicht immer genau parallel laufen, ordnet derselbe Fabrikant die Hacke mit drei unabhängigen Balken und entsprechend drei Paar Sterzen an, d. h. er hängt drei Hackpflüge für je einen Reihenzwischenraum an das Vordergestell der Smith'schen Hacke. In dieser Anordnung sind freilich drei Arbeiter und ein Junge zum Führen des Pferdes erforderlich; dieselbe ist aber trotzdem ökonomisch, da andernfalls, bei Verwendung gewöhnlicher Felgpflüge, drei Zugthiere und drei Arbeiter für die gleiche Leistung in Verwendung gebracht werden müssen.

Der Preis dieser Maschine beträgt in jeder der beiden Anordnungen sowie auch mit festem Balken von 1.98 Meter Länge, für den Drill von 1.88 Meter Spurweite passend, einschl. 10 Messer für Rüben, Kartoffeln u. s. w. oder 12 Messer für Getreide 201 Mark.

Die in Fig. 167 dargestellte Howard'sche Rübenegge für drei Reihen Zwischenräume (vergl. Seite 349) besteht aus dem Smith'schen Gestell

mit drei verbesserten Furcheneggen. Sehr practisch sind die Stellvorrichtungen der Eggen für verschiedene Reihenabstände, für die Arbeitsbreite in den Zwischenräumen und für den Tiefgang construirt, zu welchem Zwecke Stellschienen mit einer größeren Anzahl von Löchern angebracht sind. Das Geräth soll sich außer zum Zerstören des Unkrautes zur gründlichen Vertilgung der Insecten vorzüglich bewährt haben. Die Stellvorrichtungen gestatten, dasselbe mit gleichem Vortheile für den Flachbau wie für den Beetbau anzuwenden.[1])

Zu den vorzüglichsten neueren Pferdehacken mit festen Messern gehört die in Fig. 168 in perspectivischer Ansicht dargestellte Hacke von Sack,

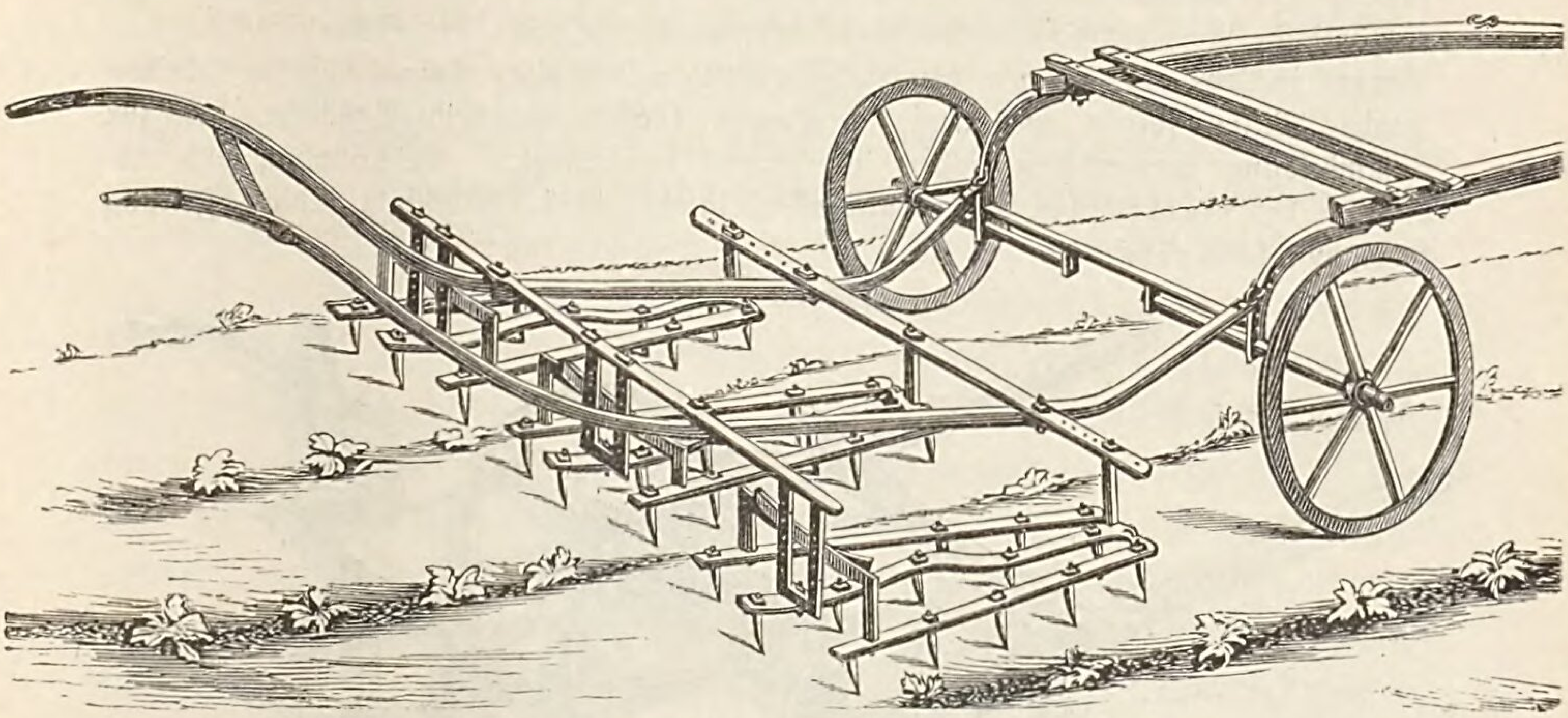


Fig. 167. Rübenegge von Howard.

bei welcher die seitliche Verschiebung des Hackapparates in gleicher Weise erfolgt, wie bei der weiter unten (Seite 358) zu besprechenden Taylor'schen Hacke. Eine Steuerwelle, welche von dem Führer gedreht werden kann, greift mittelst eines Zahnradsegmentes in eine Zahnstange ein und verschiebt sich bei der Drehung mit ihren Lagern, die fest mit dem Messerbalken verbunden sind. Damit bei dieser Verschiebung die Fahrräder nicht zur Seite ausweichen, sind die Reifen derselben aus gewölbtem Eisen

1) In früherer Zeit lieferte Howard diese Egge für 2 und 3 Reihen ohne Vorderwagen, wobei die einzelnen Eggenrahmen die Gestalt einer langgezogenen ∞ hatten. Vielfache Verwendung fand dieses Geräth bei dem französischen Kammbau, von welchem Gustav Krauß in seiner Schrift: Die Landwirthschaft in Flandern, mit besonderer Berücksichtigung des nordfranzösischen Rübenbaues, Berlin 1873 ein so anschauliches Bild liefert. Daselbst und in Fühling's landwirthschaftlicher Zeitung, Jahrgang 1875 Seite 44 ist diese Egge abgebildet. Die oben dargestellte neuere Howard'sche Rübenegge kostet in England 110 Mark.

hergestellt, so daß die Räder einen festen Halt gegen seitliche Verschiebung erlangen. Der Steuerhebel kann je nach der Größe des Arbeiters zu verschiedener Höhe eingestellt werden; der ganze Hackapparat ist um die Fahrräderachse drehbar und wird für den Transport in die Höhe geschlagen sowie an einem aus der Zeichnung ersichtlichen Zughaken aufgehängt.

Das Gewicht dieser Hacke beträgt mit allem Zubehör an Hack- und Häufelmessern nach der Fig. 163 (Seite 347) dargestellten Disposition 170 Kilogramm, der Preis 190 Mark.

Anmerkung. Für die Reihenbearbeitung beim Rüben-Kammbau benutzt man zuweilen zweireihige Geräthe, welche mit gekrümmten Hackmessern versehen sind. Der vorzüglichste Reihencultivator für den Kammbau ist derjenige des Güterdirectors von Bertel in Prag, bei welchem den Messern concave, mit einer Anzahl scharfer Scheiben armirte Walzen folgen, um etwaige Krusten zu brechen und beim Anhäufeln den zur Kammbildung verwendeten Boden im Voraus zu krümeln. Beschreibung und Abbildung des Bertel'schen Reihencultivators brachte ich in Fühling's landw. Zeitung Jahrgang 1878 Seite 45.

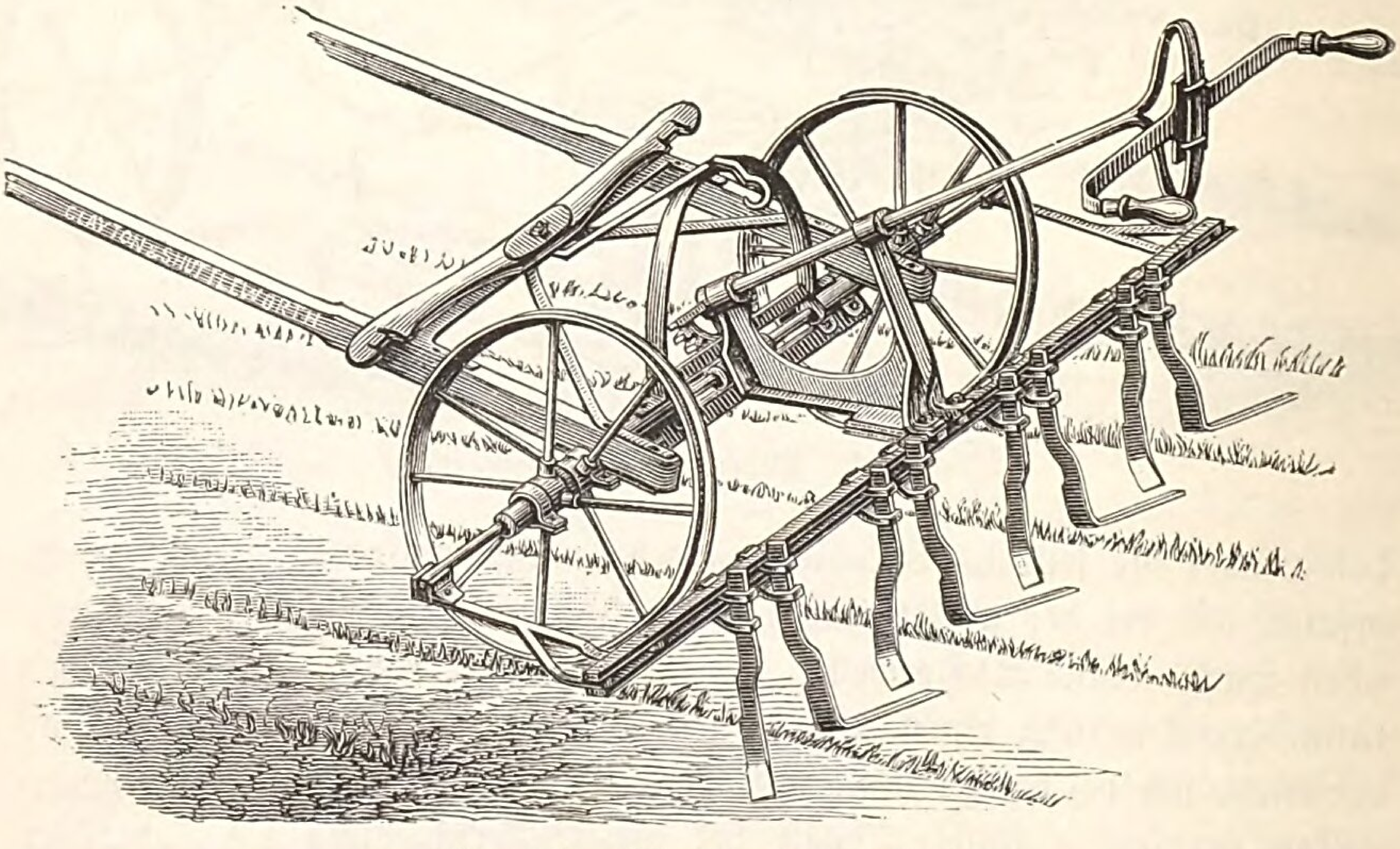


Fig. 168. Pferdehacke von Sack.

β) Pferdehacken mit beweglichen Messern (Hebelhacken).

Von allen zu dieser Gruppe gehörigen Pferdehacken hat die Garrett'sche die weitaus umfassendste Verbreitung gefunden. Die Anordnung derselben mit der Armatur zum Getreidehacken ist aus Taf. XIV Fig. 1 und 2, Seiten- und hintere Ansicht, ersichtlich. Der Balken a und die gebogenen Seitenwangen b bilden die Haupttheile des Gestelles; an ersterem sind

die geknieten Achsschenkel der Fahrräder befestigt, welche für verschiedene Spurweite des Fahrzeuges eingestellt werden können (Fig. 2). Mit den Seitenwangen sind die Schienen c verbunden, welche vermittelst der Gelenkstangen d den aus zwei eisernen Schienen gebildeten, zur Aufnahme der Scharhebel dienenden Balken e tragen. Die Charnierköpfe der Hebel können in diesem Balken an beliebiger Stelle befestigt werden, um die Hackmesser für die verschiedenen Reihenzahlen und Arbeitsbreiten einzustellen. Hinten werden die Hebel durch je eine Gabel geführt, welche sämmtlich in dem, unter den Hebeln liegenden Querbalken g befestigt sind. Die beiden äußeren Gabeln auf jeder Seite der Maschine sind mit einer Einrichtung versehen, um die Hebel im Falle des Erfordernisses aus dem Boden zu heben; zu diesem Zwecke befinden sich in den erhöhten Gabeln Blattfedern, welche beim Anheben der Hebel von diesen bei Seite gedrückt werden. Die Hebel ruhen alsdann über den Federn und müssen jetzt die letzteren mittelst der aus Fig. 2 ersichtlichen Zapfen zur Seite gezogen werden, um die betreffenden Hebel wieder herabzulassen. An den Enden der Hebel sind Gewichte angebracht, damit die Schare zu gehöriger Tiefe in den Boden eingreifen. Durch ein Anheben des Balkens g werden sämmtliche Schare gemeinschaftlich aus dem Boden gehoben; es erfolgt dies durch die beiden Excenter h, von welchen Ketten nach dem Balken geleitet sind. Sobald der in einem Handgriffe endigende Hebel i von dem Führer herab gedrückt wird, drehen sich die Excenter mit ihrer gemeinschaftlichen Welle derartig, daß der Balken g angehoben und mit diesem der gesammte Hackapparat aus dem Boden gewunden wird. Die Sperrvorrichtung k verhindert ein selbstthätiges Herabsinken des letzteren.

Um den Hacksatz bei Unregelmäßigkeiten in den Drillreihen zur Seite bewegen zu können, ist die Welle l mit ihrer Handhabe m angeordnet. Am vorderen Ende derselben befindet sich die, Fig. 1 in punktirten Linien dargestellte Kurbel n, von welcher eine gebogene Lenkerstange o nach dem in der Querrichtung verschiebbaren Balken e geleitet ist. Durch Drehung der Handhabe m wird letzterer je nach der Drehungsrichtung entweder nach rechts oder links geschoben und muß der gesammte Hackapparat dieser Bewegung folgen.

Um den Tiefgang der Schare zu reguliren, kann der Balken e in verschiedener Höhe eingestellt werden. Zu diesem Zwecke werden die durchlochten Schienen c in den Seitenwangen b mittelst Stifte zu der erforderlichen Höhe eingestellt. Diese Einrichtung hat im Laufe der Zeit verschiedene Veränderungen erfahren, z. B. wurde anstatt der einfachen Stellvorrichtung eine etwas complicirte Schraubenstellung angewendet und neuerdings befindet sich an jeder Seite ein kleiner Hebel, der in verschiedenen Ein-

kerbungen eines Führungsstückes festgestellt werden kann, mittelst welches das Anheben oder Senken des Balkens e erfolgt. Hierdurch ist man in den Stand gesetzt, die Regulirung des Tiefganges während der Arbeit selbst vorzunehmen und namentlich auf gewölbtem Terrain die Hackmesser der einen Seite tiefer eingreifen zu lassen als diejenigen der anderen.

In England wird die Garrett'sche Hacke in der Regel mit einer unmittelbar mit dem Balken a verbundenen Gabeldeichsel versehen, während bei uns, namentlich für den Rübenbau, das Vordersteuer allgemein üblich ist. Die Spurweite der Vorderräder ist verstellbar, um mit der Hacke genau in den Spuren des vorangegangenen Drills fahren zu können; die Einlenkung erfolgt durch die nämliche Vorrichtung, welche bei den Drills angewendet wird (vergl. Abschnitt VI C).

Im Principe übereinstimmend mit der Garrett'schen Hacke ist diejenige von W. & C. Woolnough & Co. (früher Priest & Woolnough) construirt; dieselbe enthält jedoch einige beachtenswerthe Verbesserungen, durch welche sie sich eine nicht unbeträchtliche Verbreitung verschafft hat. Die Aufhängung der Hebel mit dem Hackapparate erfolgt mittelst Frictionsrollen, welche an beiden Seiten der Maschine in eisernen Schienenwegen laufen. Hierdurch wird das Einsteuern des Apparates entsprechend dem Reihenstande der Pflanzen beträchtlich erleichtert. Die Schienenwege sind an eisernen Stielen befestigt, welche durch die Seitenwangen des Maschinengestelles hindurchgesteckt sind. Jeder der beiden Stiele kann mittelst eines Hebels vom Platze des Führers aus während der Arbeit gehoben oder gesenkt werden, wodurch das mehr oder minder tiefe Eingreifen der Hackmesser in den Boden regulirt wird. Diese Einrichtung ist namentlich bei abschüssigem Terrain, beim Beetbau und wenn ein Rad in einer Furche läuft, von Werth, da man im Stande ist, während des Ganges die Hackmesser der einen Seite tiefer einzustellen als diejenigen der anderen. Die übrigen Abweichungen dieser Hacke von der Garrett'schen, z. B. die Verwendung zweier Balken zur Anbringung der Hebel hinter einander und die Befestigung der Hackmesser mittelst Keile anstatt der sonst benutzten Schrauben, erscheinen mir nicht so wichtig, um dieselbe hier detaillirt vorzuführen.

Neben der Garrett'schen Pferdehacke mit Scharhebeln hat nur noch diejenige von Taylor eine ausgedehnte Verbreitung gefunden; sie unterscheidet sich von der ersteren namentlich durch die Anordnung des Apparates zur seitlichen Verschiebung des Hacksatzes. Taf. XIV Fig. 3 und 4 geben eine Seiten- und hintere Ansicht der Taylor'schen Hacke. Auf der Hauptachse a, welche aus zwei Theilen besteht und für die erforderliche Spur-

breite eingestellt werden kann, befinden sich lose drehbar und auch in der Achsenrichtung verschiebbar die beiden geschweiften Seitenwangen b, welche durch die Querbalken c und d zu einem Rahmen verbunden sind. Beide bestehen aus doppelten Schienen; c nimmt die Charnierköpfe der Scharhebel, d die Führungsgabeln für dieselben auf. Die Hebel können für jede Reihenzahl und Arbeitsbreite eingestellt werden, zu welchem Zwecke die Charnierköpfe und Gabeln an den Balken verschoben werden. In dem Rahmen, gebildet aus den Seitenwangen b und den Balken c und d, ist die Welle e gelagert, und zwar einerseits in einem Lager, welches an dem Balken d befestigt ist; am anderen Ende erhält das Lager seine Unterstützung durch den Balken f, welcher noch eine weitere Verbindung der Seitenwangen b herstellt. Auf der Welle befindet sich das Zahnrad g, welches in die, fest auf der Hauptachse angebrachte Zahnstange h eingreift. Bei der Drehung der Welle mittelst der Kurbel i wälzt sich das Rad auf der Zahnstange ab, da letztere nicht verschiebbar ist; mit der Welle müssen sich somit deren Lager und der gesammte Rahmen b c d mit dem Hacksatze je nach der Drehungsrichtung nach rechts oder links verschieben. In dieser Weise erfolgt die Steuerung der Hacke in die Reihen des vorangegangenen Drills. Da die beiden Seitenrahmen b um die Hauptachse drehbar sind, so kann durch Anhebung der Kurbel i der Hacksatz aus dem Boden gehoben werden. Zum Zwecke des Transportes wird derselbe mittelst der auf der Welle e befindlichen Oese k und des Hakens l in die Fig. 3 in punktirten Linien gezeichnete Stellung gebracht. Zu bemerken ist noch, daß die Zahnstange h auf dem Umfange einer langen Nabe aufgesetzt ist, welche die beiden cylindrischen Achsschenkel der Fahrräder zusammenhält. Inwendig ist diese Buchse mit Muttergewinde und jedes Ende der Achsschenkel mit einem Zapfen versehen, welcher in das Gewinde der Buchse eingreift. Die Spurweite der Hacke kann demnach durch diese Schraubenstellung geändert werden, während die beiden Schrauben m eine Verschiebung der Achsen während der Arbeit verhindern.

In England wird die Taylor'sche Hacke mit fester Gabeldeichsel benutzt, während bei uns zumeist ein Vordersteuer wie bei der Garrett'schen Hacke angewendet wird.

Beachtenswerthe Verbesserungen wurden an der Taylor'schen Hacke durch Herrn Siedersleben in Bernburg angebracht, welcher dieselbe durch ausgedehnte Benutzung von Schmiedeeisen bei immerhin genügender Solidität derartig leicht ausführte, daß die Zugkraft eines Pferdes zum Betriebe der Hacke vollständig genügt. Ueberdies wendete derselbe zuerst die Seite 347 erwähnten Schutzwalzen an, welche in der Folge von den meisten Fabrikanten adoptirt wurden. Der Bericht der Halleschen

Maschinenprüfungsstation XXII [1]) enthält Näheres über diese Hacke; die von dem Verfasser angestellten dynamometrischen Versuche ergaben das Resultat, daß die Hacke von 1.88 Meter Spurweite bei Benutzung der Schutzwalzen und Anwendung doppelschneidiger Messer von 0.37 Meter Schnittbreite auf mittelschwerem Boden bei 0.08 Meter Tiefgang 125 Kilogramm Zugkraft erforderte, beim Häufeln mit fünf Häufelkörpern in einer Arbeitsbreite von 2.35 Meter 100 Kilogramm. Die Leistung ergab sich mit einem Pferde, welches Mittags gewechselt wurde oder mit zwei Pferden ohne Wechselgespann auf 4 Hektar in 10 Stunden.

Diese Leistung kann im Allgemeinen bei den Hacken von 1.88 Meter Spurbreite als die durchschnittliche bezeichnet werden; unter günstigen Umständen steigt dieselbe bis auf 5 Hektar pro Tag, während die einreihige Hacke, der Hackpflug, bei dem üblichem Reihenstande der Rüben und Kartoffeln 0.8 bis 1 Hektar pro Tag bearbeitet.

Anmerkung. Die Anwendung der mehrreihigen Pferdehacke beim Rübenbau stimmt in den verschiedenen Wirthschaften nicht überein, jedoch hat sich folgende Arbeitsmethode vielfach bewährt: Gleich nach dem Auflaufen der jungen Pflanzen wendet man die mit der Säemaschine übereinstimmend gestellte Hacke mit flach arbeitenden Messern an; haben die Rübenpflanzen das vierte Blatt entwickelt, so wird mit derselben Maschine rechtwinklig zum Reihenstande gehackt, und zwar derartig, daß die in den Reihen stehen bleibenden Pflanzen kurze Horste von 0.05 bis 0.06 Meter Länge bilden. Bei gedibbelten Rübenpflanzen entfällt diese letztere Operation. Nach etwa 8 Tagen hackt man wiederum längs der Reihen mit tiefer gestellten Messern. Alsdann findet das Verziehen statt, welches jetzt schneller und gleichmäßiger ausgeführt werden kann als wenn das Querhacken entfällt, da nur wenige Pflanzen zu entfernen sind und überdies durch das Querhacken die Horstweite bereits angegeben wurde. Hierauf giebt man vor dem Häufeln eine Handhacke, quer durch die Reihen, welche jedoch auf sehr gut cultivirten Böden ohne Nachtheil weggelassen werden kann.

Es sei hier noch erwähnt, daß man zum Vereinzeln — nicht zum Verziehen, welches nur mittelst Handarbeit ausgeführt werden kann —, also für dieselbe Arbeit, welche das Querhacken bewirkt, eigene Maschinen construirt hat, welche in England wiederholt Anwendung gefunden haben. Während in Betreff der verschiedenen Systeme dieser Maschinen zum Vereinzeln der Rüben auf die unten angegebene Quelle [2]) verwiesen wird, sei hier nur das Princip der beliebtesten derselben dargestellt: Die Maschine fährt wie eine gewöhnliche Pferdehacke in der Richtung der Drillreihen, wobei die Messer rechtwinklig zur Fahrrichtung in schwingende Bewegung versetzt werden; sie schneiden hierbei durch die Reihen und lassen in regelmäßigen Abständen einzelne Horste stehen. Die Erfinder dieser Maschine sind Challis und Holmes; letzterer wendet auch rotirende Hackmaschinen zum Vereinzeln an, welche sich jedoch nur unvollkommen bewährt haben.

---

1) Zeitschrift des landwirthschaftlichen Centralvereines der Provinz Sachsen, Jahrgang 1872 Seite 311.

2) Landwirthschaftliches Centralblatt für Deutschland, Jahrgang 1875 Seite 1: Die neuesten Fortschritte des landwirthschaftlichen Maschinenwesens von E. Perels.

Zu der Gruppe der Hebelhacken gehören auch die in Amerika allgemein verwendeten Maiscultivatoren zur Bearbeitung der Reihenzwischenräume beim Maisbau, welche in Fig. 169 und 170 an einem Beispiele,

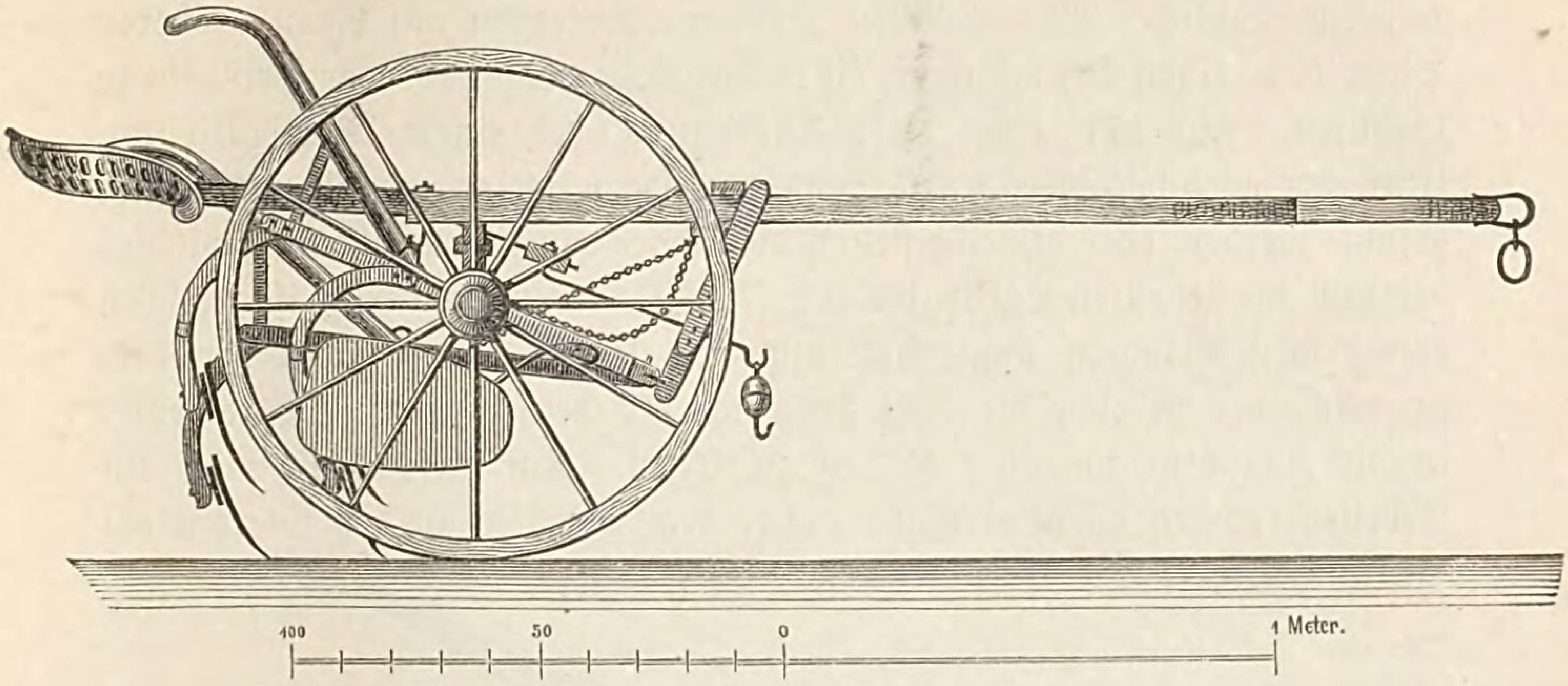


Fig. 169. Amerikanischer Maiscultivator, Seitenansicht.

dem Cultivator der Furst & Bradley Mfg. Co. zu Chicago, Illinois, in der Seitenansicht und dem Grundrisse dargestellt sind. Die beiden Sätze

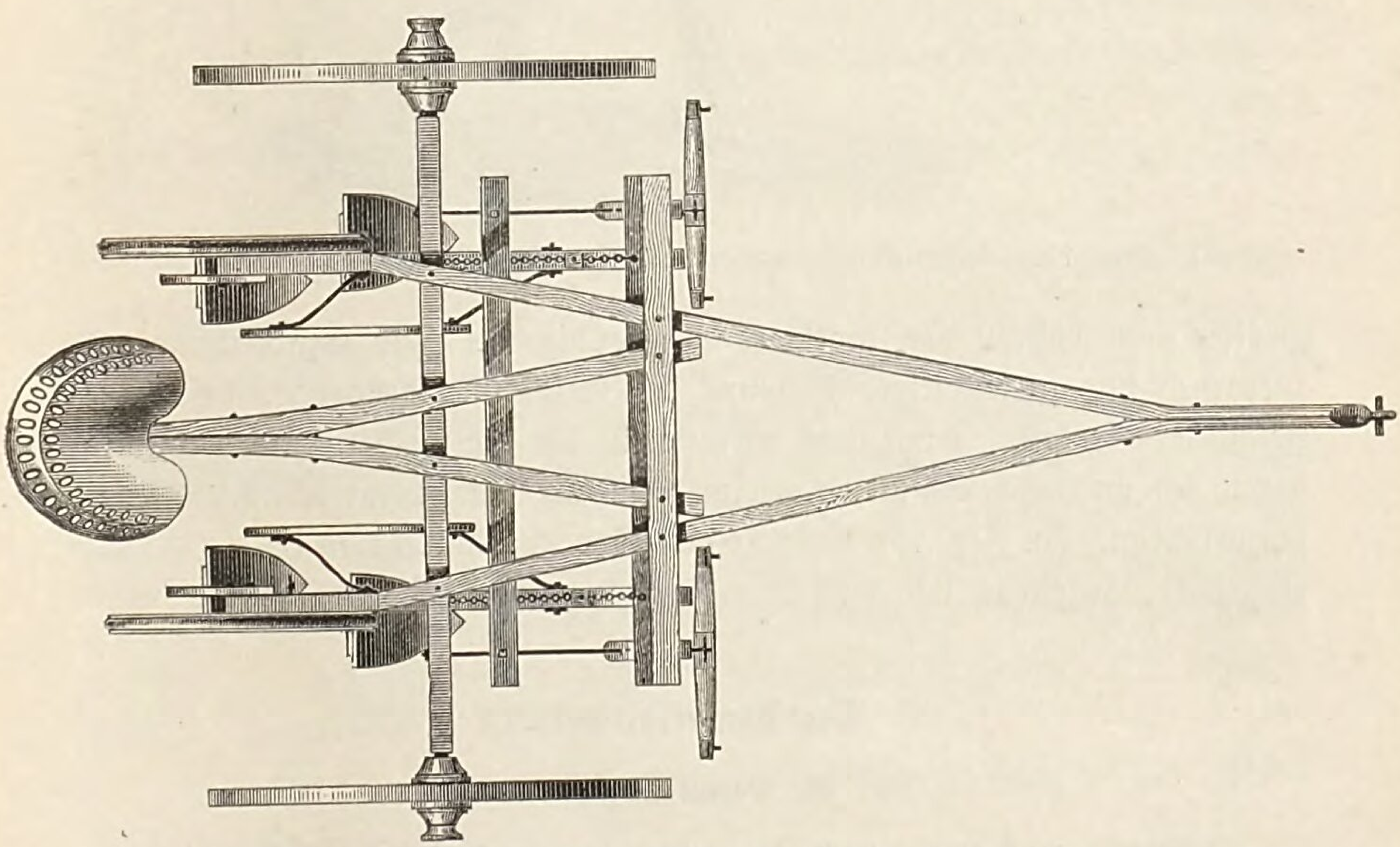


Fig. 170. Amerikanischer Maiscultivator, Grundriß.

sind derartig mit der Hauptachse verbunden, daß sie beliebig gehoben und gesenkt sowie, um etwaigen Unregelmäßigkeiten in dem Stande der Pflanzen

zu folgen, nach rechts oder links verschoben werden können. Die Schare werden an den gebogenen Enden der Grindel in verschiedener Weise befestiget; in der Regel benutzt man hölzerne Bruchstifte, um bei etwaigen außergewöhnlichen Widerständen, z. B. dem Antreffen auf einen größeren Stein oder einen Baumstumpf, einen Bruch des Schares oder Grindels zu verhüten. Fig 171 zeigt diese Anordnung bei einem Maiscultivator. Entweder wird das Geräth mit Sterzen versehen, welche von einem Arbeiter geführt werden, oder derselbe steuert die Schare von einem Sitze aus, wie dies bei dem dargestellten Cultivator der Fall ist. Der Treibersitz ist zwischen den beiden Grindeln angebracht und sind letztere mit Bügeln versehen, in welche der Arbeiter die Füße steckt, um mit denselben die Schare genau in die Zwischenräume der Reihen zu leiten. Auf diese Weise wird ein Arbeiter erspart, da andernfalls außer dem Arbeiter an den Sterzen ein

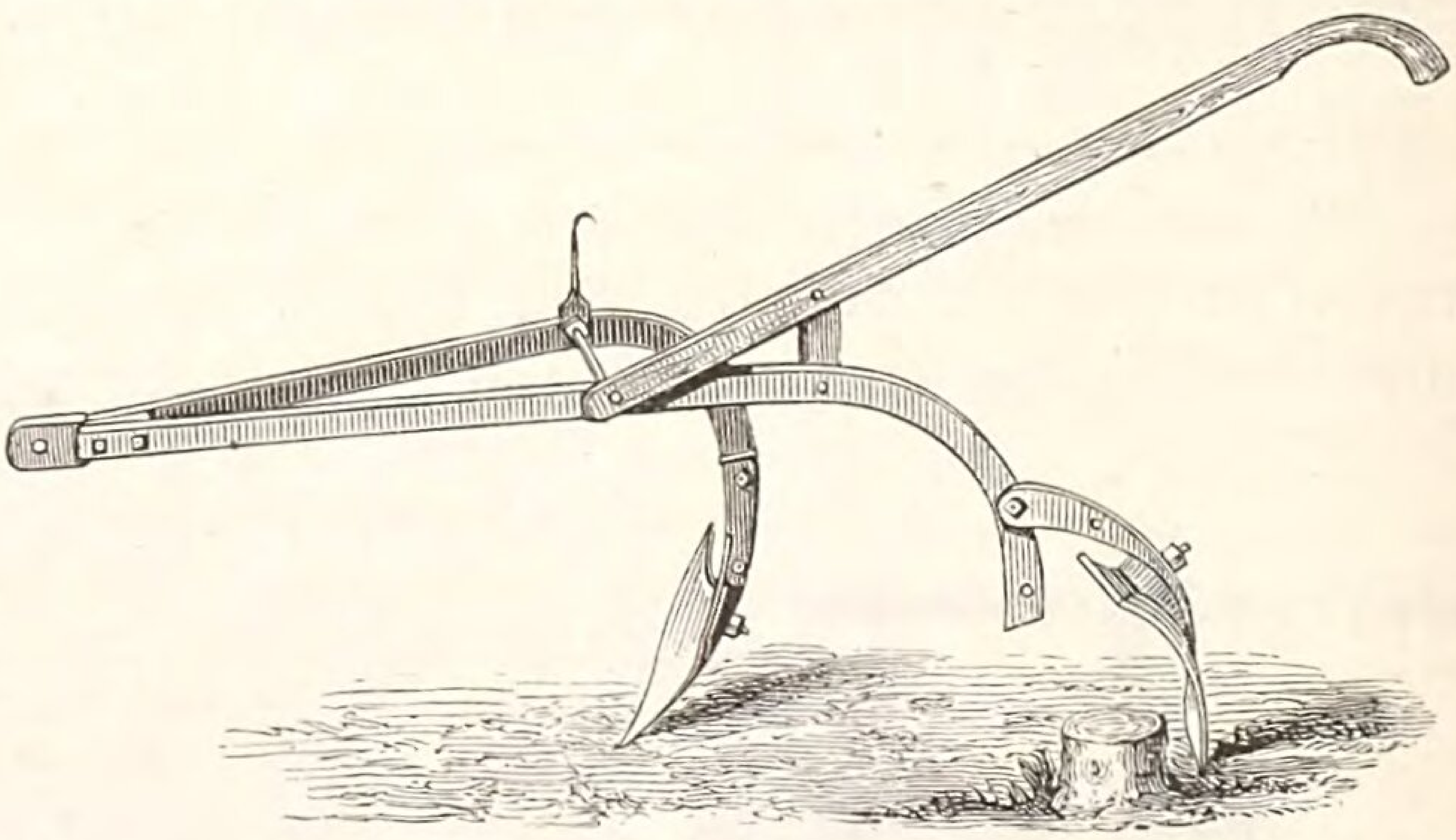


Fig. 171. Scharconstruction des amerikanischen Maiscultivators.

zweiter zum Führen der Zugthiere nothwendig ist. Zur Handhabung des Geräthes und gleichzeitiger Führung des Gespannes gehört ein besonders geschickter Arbeiter, namentlich wenn man die mangelhafte Vorbereitung der in den westlichen Staaten Nordamerika's zur Maiscultur benutzten Aecker berücksichtigt. In Fig. 169 ist einer der Sätze angehoben und in dem Gestell eingehakt dargestellt, wie dies beim Transportiren des Geräthes geschieht.

C. Die Dampfcultivatoren.

a) Die Dampfpflugsysteme.

Während noch vor einem Jahrzehnt der practische Werth des Dampfpfluges vielfach angezweifelt wurde, wird derselbe heutigen Tages bereits als eines der mächtigsten Hilfsmittel einer rationellen Bodencultur anerkannt. Mit vereinzelten Ausnahmen, welche jedoch stets auf eine un-

geeignete Verwendung des Apparates zurückgeführt werden konnten, hat sich der Dampfpflug auf dem europäischen Continente, namentlich in Deutschland, Oesterreich und Ungarn, als überaus vortheilhaft erwiesen und kann als der beste Beweis für die Richtigkeit dieser Thatsache gelten, daß die Zahl der eingeführten Dampfpflüge von Jahr zu Jahr zunimmt; namentlich aber, daß ausgedehnte Besitzungen, welche anfänglich mit einem Dampfpfluge Versuche machten, im Laufe der Zeit eine größere Anzahl derselben erwarben.

Trotz dieser Erfolge muß doch bezweifelt werden, daß der heutige Dampfpflug sowohl in seinen verschiedenen Systemen als auch in seinen Details, z. B. den Bodenbearbeitungsgeräthen, bereits den Charakter des Abgeschlossenen besitzt, wie dies häufig ausgesprochen wird. Es wäre unserer Landwirthschaft verhältnißmäßig wenig damit gedient, wenn der Dampfpflug in seinem jetzigen Stadium der Ausbildung verharren würde, da bei diesem von einer allgemeinen Verwerthung der Dampfkraft zur Bodenbearbeitung, welche doch anzustreben ist, noch durchaus keine Rede sein kann. Dies ergiebt sich sofort, wenn der hohe Anschaffungspreis der heutigen Dampfpflüge sowie der Umstand berücksichtigt wird, daß diese viel zu sehr vom Terrain abhängig sind, sowohl von dem zu cultivirenden als den Straßen, welche zum Transport der Apparate dienen. Sobald Schwierigkeiten irgend welcher Art, wie hügeliges Terrain, steiniger Ackerboden, kleine Parcellen, schlechte Straßen u. s. w. vorhanden sind, stellt sich das Resultat der Dampfcultur als ungünstig heraus oder es versagt dieselbe ihren Dienst vollständig.

Der heutige Standpunkt präcisirt sich dahin, daß wir einen Dampfpflug besitzen, welcher dem mit reichen Mitteln ausgerüsteten Großgrundbesitze vortreffliche Dienste leisten kann, vorausgesetzt, daß eine tiefe Bearbeitung des Bodens mit dem Pfluge oder Grubber angezeigt ist. Aufgabe der kommenden Zeit muß es sein, die Verwendbarkeit des Dampfpfluges zu erweitern, so daß auch der mittlere und in Zukunft vielleicht auch der Kleinbesitz die wichtigste mechanische Arbeit, die Bodencultur, nicht mehr mit Hülfe des weit vortheilhafter zu verwerthenden thierischen Futters, sondern mit der Kohle oder anderen geeigneten Brennstoffen zu bewerkstelligen im Stande ist.

Alle bisherigen Dampfpflüge können in folgende zwei Classen eingetheilt werden:

1) Directe Dampfpflüge, bei welchen die Betriebsmaschine mit den Bodenbearbeitungsgeräthen über den Acker fährt;

2) Indirecte Dampfpflüge, bei welchen der Motor während

der Bodenbearbeitung feststeht und die Culturgeräthe mittelst geeigneter Seiltransmissionen in Bewegung setzt.

Das erste dieser Systeme, welches in früherer Zeit, vor der Ausbildung der Dampfpflüge mit Seiltransmission, vielfach erprobt wurde, scheiterte an der Schwierigkeit, die Zugmaschine derartig zu construiren, daß sie auf dem häufig ungünstigen Terrain vortheilhaft operiren kann. Die Ausbildung der Straßenlocomotiven ist bislang noch nicht weiter gediehen, als daß bei directer Anhängung der Culturinstrumente der größere Theil der von der Dampfmaschine entwickelten Arbeit lediglich zur Fortbewegung des schweren Motors aufgebraucht wird, so daß nur ein geringer Theil derselben für die eigentliche Nutzarbeit disponibel bleibt. Sobald sich die Hindernisse der Fortbewegung steigern, z. B. durch Verminderung der Adhäsion in Folge der Bodenbeschaffenheit, durch Terrainsteigungen u. s. w., so kann überhaupt, selbst bei sehr kräftigen Motoren, keine Nutzarbeit verrichtet werden, d. h. der Apparat bleibt stecken, was bei den angestellten Proben nur zu häufig erfolgte.

Als man sich von der Unmöglichkeit überzeugte, die directen Dampfpflüge mit Zugrundelegung der gewöhnlichen Straßenlocomotive zu practischer Brauchbarkeit auszubilden, suchte man das nämliche System dadurch zu verbessern, daß man die Maschinen nicht mehr direct auf dem Boden sondern auf Schienen laufen ließ. Vor etwa 20 Jahren machte dieses System, erfunden von dem Engländer Halkett, ein nicht geringes Aufsehen; es stellte sich jedoch bald die völlige Unbrauchbarkeit desselben heraus, so daß es in kurzer Zeit wieder in Vergessenheit gerieth.

Das indirecte Dampfpflugsystem, bei welchem die Transmission von dem Motor auf das Culturgeräth durch ein Seil, in neuerer Zeit fast allgemein — mit einer einzigen Ausnahme bei dem Fisken'schen Dampfpfluge — durch ein Stahldrahtseil übermittelt wird, entwickelte sich, wenn hier einige ältere Versuche von Heathcoat und Lord Tweeddale (etwa in den Jahren 1830—1835) unberücksichtigt bleiben, aus den in früherer Zeit wiederholt in Anwendung gebrachten Drainpflügen, einer Erfindung von John Fowler (1848) zum Oeffnen der Draingräben und Legen der Röhren. Betrieben wurden dieselben ursprünglich durch eine von Pferden in Umdrehung versetzte Haspel, am Ende des zu öffnenden Grabens aufgestellt und mittelst einer Seilübertragung von dieser auf das Geräth. Nach einigen anscheinend erfolgreichen Versuchen wurde die Pferdehaspel durch eine Locomobile ersetzt und es währte nicht mehr lange, bis anstatt des Draingeräthes die Combinatoin mehrerer Pflüge oder Grubber in einem gemeinschaftlichen Gestell in Anwendung gebracht und so ein Dampfpflug als Ersatz des durch Zugthiere betriebenen Pfluges her-

gestellt wurde. Nachdem dieses Dampfpflugsystem in kürzester Zeit seine Ueberlegenheit gegenüber den directen Dampfpflügen nachgewiesen, wurde dasselbe namentlich von Smith in Woolstone, Fowler in Leeds und Howard in Bedford stetig vervollkommnet (1854—1862) und fand nunmehr, vorerst in England, in der Folge aber auch in Aegypten und endlich seit dem Jahre 1868 sowohl in Deutschland wie in Oesterreich und Rußland die mannigfaltigste Verwendung. Mit Uebergehung der zahllosen, versuchsweise in Anwendung gebrachten Dampfpflüge des Seilsystemes sollen hier nur diejenigen besprochen werden, welche eine ausgedehnte Anwendung in der Praxis gefunden haben. Während auf die Culturgeräthe erst nach Besprechung der einzelnen Systeme eingegangen werden soll, theilen wir letztere der besseren Uebersicht wegen in folgende Gruppen ein:

1) Dampfpflüge mit Verwendung der gewöhnlichen landwirthschaftlichen Locomobile;

2) Dampfpflüge mit selbstbeweglichen Locomobilen (Straßen- oder Feldlocomotiven),

α) mit einer Locomotive,

β) mit zwei Locomotiven (Zweimaschinensystem).

1. Dampfpflüge mit Verwendung der gewöhnlichen landwirthschaftlichen Locomobile.

Es hat etwas ungemein Bestechendes, einen Dampfpflug zu beschaffen, dessen Maschine die gewöhnliche, zum Betriebe der Dreschmaschine benutzte Locomobile ist, da hierdurch die Kosten der Apparate wesentlich geringer ausfallen als bei Erwerbung eines Dampfpfluges mit eigenthümlichen, speciell für die Bodenbearbeitung construirten Feldlocomotiven. Man muß sich jedoch im Voraus klar machen, daß Dampfpflüge, welche die gewöhnliche landwirthschaftliche Locomobile von durchschnittlich 8 bis 10 nominellen Pferdekräften, also in günstigen Fällen von 14 bis 18 effectiven Pferdekräften, anwenden, stets nur eine sehr geringe Pflugleistung ergeben können, wie aus der nachfolgenden Zusammenstellung (Seite 336) ersichtlich wird.

In derselben wurden für verschiedene Furchentiefen die entsprechenden Breiten und Furchenquerschnitte bei der üblichen Zahl der in Verwendung kommenden Pflugkörper, ferner die Zugkraft nach der Uebersicht Seite 293 bestimmt. Diese, vermehrt um die zum Betriebe der Seiltransmission, also zur Fortbewegung des leer gehenden Cultivators erforderliche Zugkraft, welche nach den Ergebnissen der englischen Prüfungen bei dem Umkreisungssysteme (vergl. Seite 366) auf durchschnittlich 750 Kilogramm Seilspannung angenommen werden kann, giebt die gesammte Zugkraft bei der Arbeit des Dampfpfluges an. Nach dieser wurde für die Geschwindigkeiten von 0.5, 1.0 und 1.5 Meter pro Secunde die Leistung in Pferdekräften berechnet.

Furchentiefe . . . . Meter	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35
Furchenbreite . . . . Meter	0.21	0.28	0.35	0.42	0.49
Furchenquerschnitt . . . . . Quadratcentimeter	315	560	875	1260	1715
Anzahl der Pflugkörper	6	5	4	3	2
Gewendeter Querschnitt . . Quadratcentimeter	1890	2800	3500	3780	3430
Zugkraft pro Quadratcentimeter . . Kilogramm	0.35	0.35	0.45	0.45	0.55
Zugkraft für die Nutzarbeit . . . . Kilogramm	661.5	980	1575	1701	1886.5
Zugkraft für den Leergang . . . . Kilogramm	750	750	750	750	750
Gesammtzugkraft. . . . . Kilogramm	1411.5	1730	2325	2451	2636.5
Arbeitsaufwand in effectiven Pferdekräften bei 0.5 Meter Geschwindigkeit	9.4	11.5	15.5	16.3	17.5
„ 1.0 „ „	18.8	23.1	31.0	32.7	35.1
„ 1.5 „ „	28.2	34.5	46.5	48.9	52.5

Es zeigt diese Tabelle, daß die Leistung eines Dampfpfluges, welcher durch die gewöhnliche landwirthschaftliche Locomobile betrieben wird, deren effective Stärke 14 bis 18 Pferdekraft beträgt, nur niedrig ausfallen kann. Die Geschwindigkeit kann selbst bei nur mitteltiefem Pflügen nicht viel höher als 0.5 Meter in der Secunde genommen werden, während man mit kräftigen Motoren diese und damit die Leistung erheblich steigern kann. Vom Standpunkte des ökonomischen Kohlenverbrauches muß es übrigens als vortheilhaft anerkannt werden, mit geringer Geschwindigkeit zu arbeiten, da die schädlichen Widerstände proportional der Geschwindigkeit steigen, also in unserem Beispiele bei 0.5 Meter Seilgeschwindigkeit 5, bei 1 Meter 10 und bei 1.5 Geschwindigkeit 15 Pferdekraft erfordern.

Das am meisten verbreitete Dampfpflugsystem mit gewöhnlicher Locomobile ist das Howard'sche, ursprünglich von Smith erfundene Umkreisungssystem, Fig. 172. Die Locomobile a steht außerhalb des zu

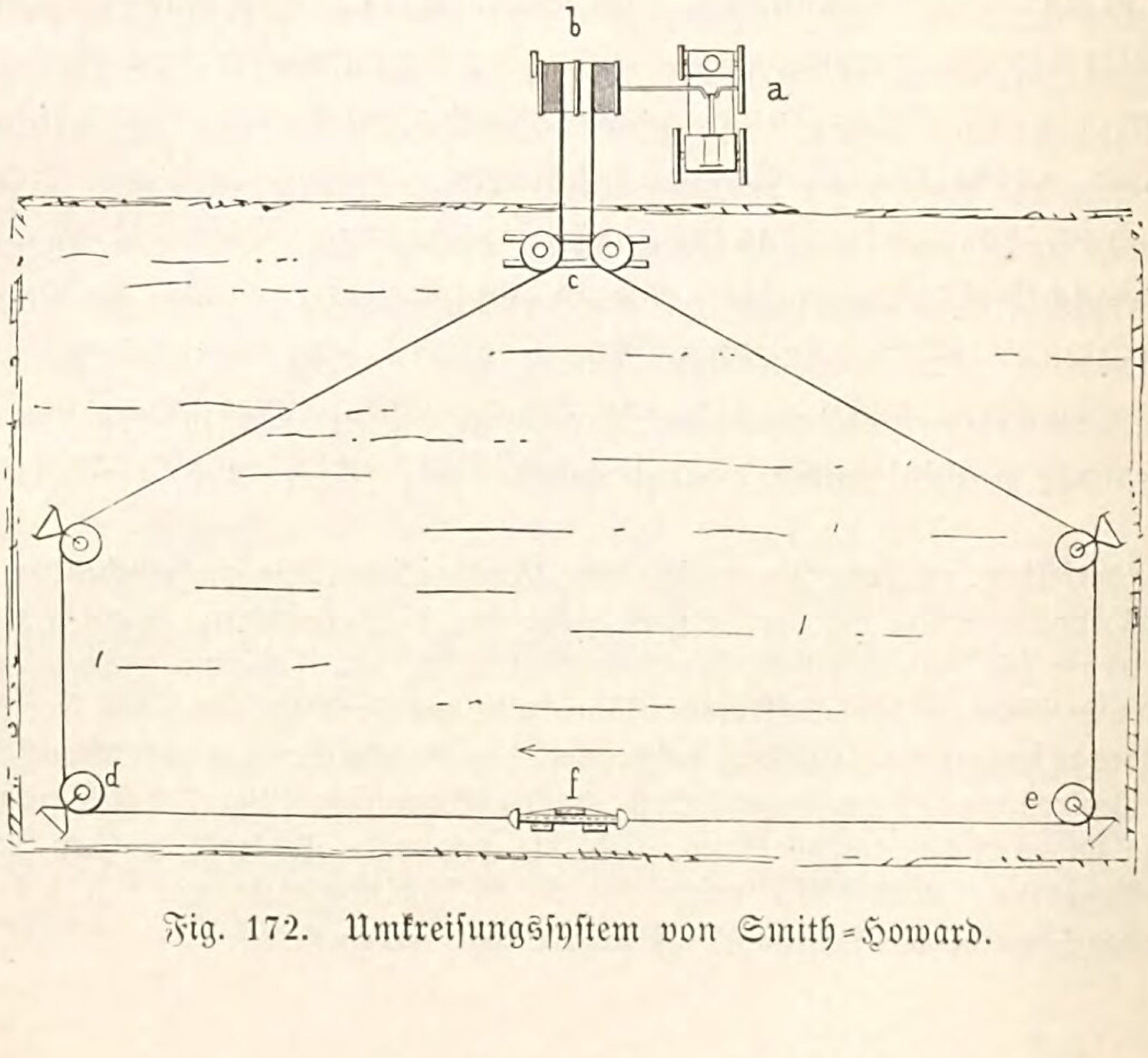


Fig. 172. Umkreisungssystem von Smith-Howard.

bearbeitenden Ackerstückes und betreibt durch eine Kuppelungsstange mit Universalgelenken einen Windeapparat b, welcher ebenfalls wie die Locomobile fahrbar angeordnet ist. Derselbe nimmt auf gemeinschaftlicher Welle zwei Windetrommeln auf, welche durch entsprechende Ausrückvorrichtungen einzeln in Betrieb gesetzt oder von diesem ausgelöst werden können. Es geschieht dies durch die Drehung einer excentrischen Hülse, auf welcher die Trommeln aufgesetzt sind. Diese Drehung bewirkt eine Hebung oder Senkung der Trommeln, wodurch die Zähne der mit ihnen verbundenen Radkränze derartig gehoben oder gesenkt werden, daß sie in oder außer Eingriff mit

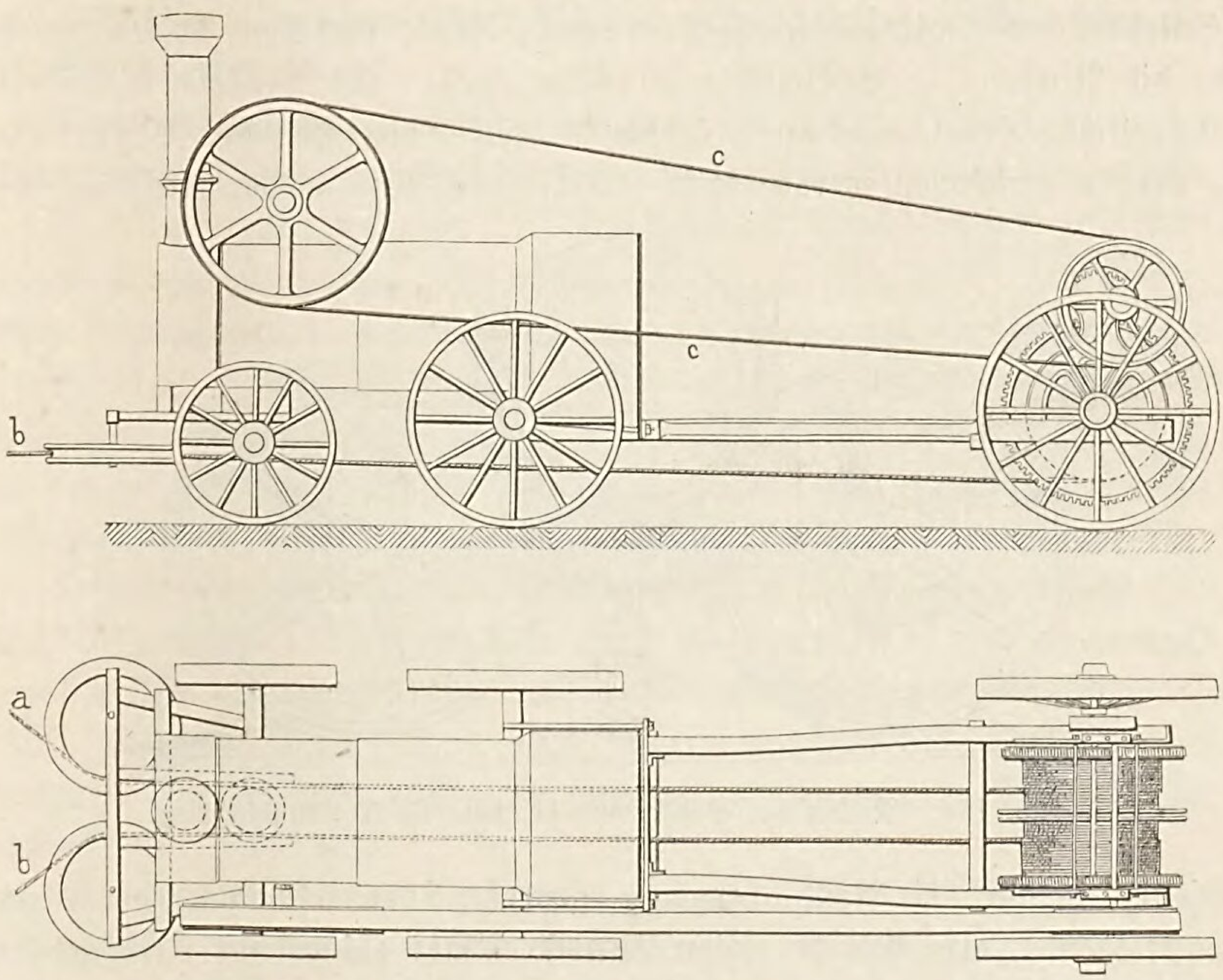


Fig. 173. Locomobile mit Windewagen von Howard.

den Zahnrädern auf der Antriebwelle kommen. An der Winde ist eine Bremsvorrichtung angebracht, um die zu schnelle Umdrehung der leer gehenden Trommel zu verhüten, da hierdurch eine zu beträchtliche Menge des von der Trommel ablaufenden Seiles ausgerollt würde.

Anstatt dieser Disposition, welche den Nachtheil besitzt, daß in Folge des starken Seilzuges die unwandelbare Feststellung des Windewagens sehr erschwert wird, wählt Howard in neuerer Zeit mit Vorliebe die in Fig. 173 in der Seitenansicht und dem Grundrisse dargestellte Anordnung. Bei derselben werden die Deichselstangen des Windeapparates mit der Locomobile verkuppelt und erfolgt der Betrieb durch einen Riemen c vom

Schwungrade der Locomobile auf die Vorgelegewelle der Winde. Das Seil a b wird von den beiden Trommeln unterhalb der Locomobile über zwei, im Vorderwagen der letzteren lagernde horizontale Rollen und alsdann über das zu bearbeitende Ackerstück geführt.

Bei der in Fig. 172 dargestellten Anordnung passirt das Seil zunächst zwei in einem flachen Rahmen auf dem Boden liegende Seilscheiben c, welche mit einer selbstthätig wirkenden Spannvorrichtung versehen sind. Dieselbe ist in Fig. 174 besonders dargestellt. Zwischen den beiden Seilscheiben a und a_1 befindet sich die Seilrolle b, am Umfange außer mit der Seilrinne noch mit abgeschrägter äußerer Kante versehen, welche genau in die Rinnen der Seilscheiben a und a_1 paßt. Die Rolle b ist in dem beweglichen Hebel c gelagert, so daß sie durch den Zug des Seiles nach a oder a_1 geschoben werden kann. Läuft das Seil in der Richtung des

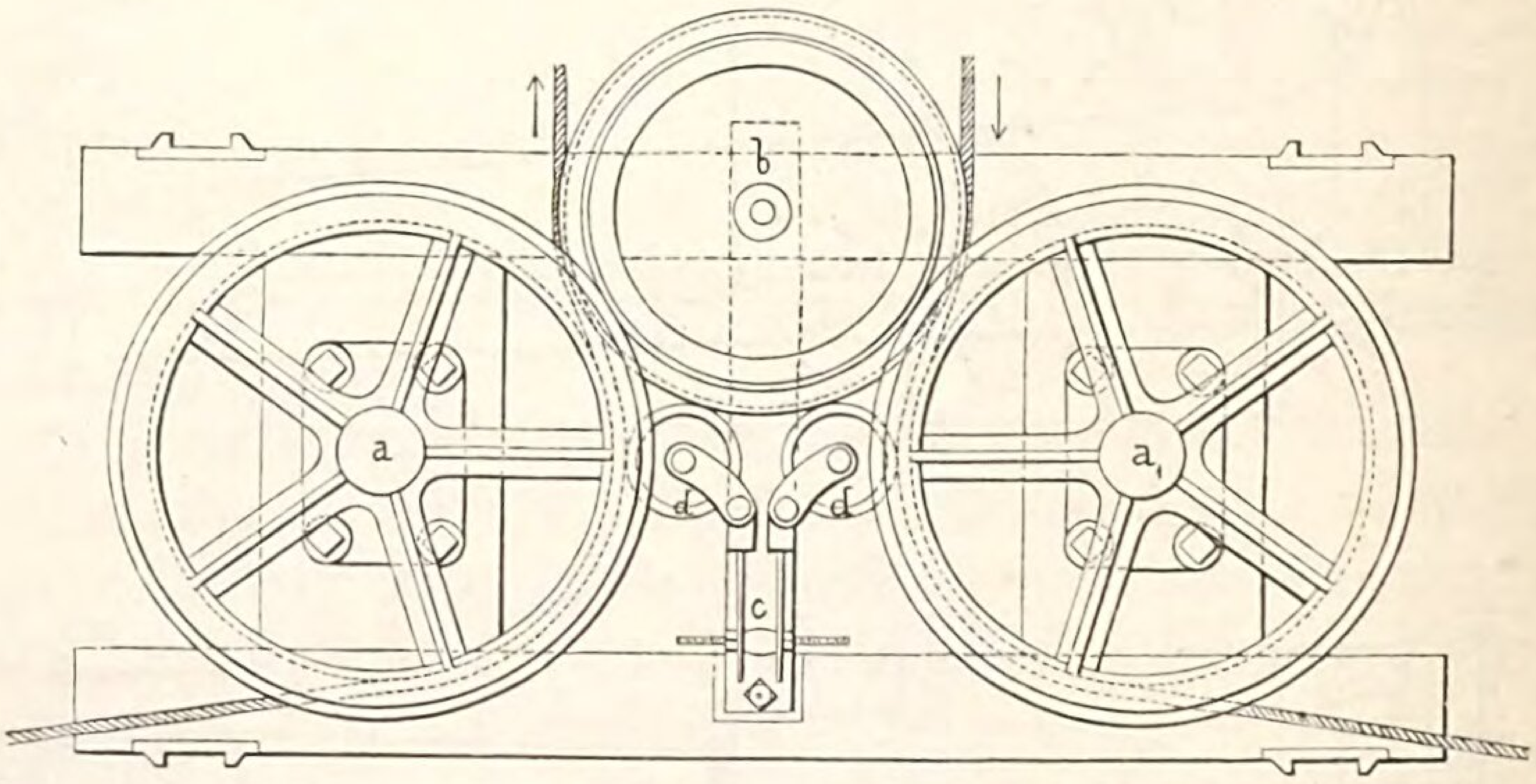


Fig. 174. Rollen der Seilleitung bei dem Umkreisungssysteme.

Pfeiles, so wird die Rolle b gegen a_1 gepreßt, über welche das dem Pfluge nachfolgende, also von der losen Windetrommel ablaufende Seil geleitet wird. Hierdurch wird die Scheibe a_1 gebremst und die Abwicklung des Seiles verzögert. Jedenfalls bewirkt diese Anordnung, daß das ablaufende Seil keine größere Geschwindigkeit annehmen kann als das auf der eingekuppelten Trommel auflaufende. Die Rollen d, deren Achse mit starken Federn verbunden sind, bezwecken, die Seile stets in die Rinnen der Scheiben a und a_1 einzupressen, so daß dieselben beim Schlaffwerden nicht abgleiten können.

Von der geschilderten Seilscheibenvorrichtung wird das Seil nach der Anordnung Fig. 172 um das zu bearbeitende Areal herumgeführt; an jedem Beugungspunkte des Seiles, also namentlich an den vier Ecken, befinden sich Ankerscheiben d e, d. h. Seilscheiben, deren Bügel durch ein Gelenk mit zwei scharfen Klauen verbunden sind, welche sich, sobald

sie leicht in den Boden gepreßt werden, durch den Zug des Seiles, ähnlich wie Schiffsanker, fest in denselben hineinziehen. Auf der der Maschine gegenüber gelegenen Seite ist bei f der Cultivator eingeschaltet.

Der Arbeitsmodus ist folgender: Wird von der Maschine die in der Zeichnung links befindliche Windetrommel in Betrieb gesetzt, so daß sie das Seil aufwindet, so bewegt sich der Cultivator im Sinne des Pfeiles von e nach d. Hier angelangt, wird diese Rolle um die Breite der gepflügten Furchen versetzt, der Cultivator umgesteuert und die zweite (rechte) Seiltrommel betrieben, so daß die Arbeitsrichtung nach e geht. Alsdann wird diese Scheibe versetzt und so fort, bis das ganze von dem Seile umspannte Ackerstück bearbeitet ist.

Das Versetzen der Ankerscheiben erfordert je einen Arbeiter an den beiden Furchenenden; derselbe hat gewöhnlich zwei Anker zur Disposition, so daß er den einen während der Arbeit in den Boden einsetzt und beim Anlangen des Cultivators nur nöthig hat, die Seilscheibe in den zweiten Anker einzuhängen. Zuweilen, namentlich bei schwerem Boden und tiefer Arbeit, ist es erforderlich, zwei Anker hinter einander gemeinschaftlich zu verkuppeln, um der Seilscheibe den nothwendigen Halt zu geben. Trotzdem kommt bei sehr hartem Boden noch zuweilen ein Ausreißen der Befestigung vor.

Erhalten die Seilleitungen eine beträchtliche Länge, so unterstützt man dieselben zwischen den einzelnen Scheiben durch Seilträger, d. h. leicht transportable Gestelle mit einer Rolle oder Walze, über welche das Seil läuft. Hierdurch wird verhütet, daß dasselbe auf dem Boden schleift, was abgesehen von der beträchtlichen Abnutzung eine bedeutende Erhöhung der Zugkraft zur Folge hat.

Auf jeder der beiden Trommeln sind 800 Meter Seil aufgewunden, so daß etwa 4 Hektaren bei einer Aufstellung der Apparate geackert werden können. Hierauf muß eine Versetzung der Apparate unter Zuhülfenahme von Spannvieh erfolgen. Zuweilen ist es möglich, die Maschine mit dem Windeapparate in der Mitte eines größeren Areals zu placiren und dieses mit alleiniger Versetzung der Ankerscheiben und Umwendung der Locomobile nebst Winde, also ohne erheblichen Zeitverlust, successive zu bearbeiten. Man kann jedoch immer annehmen, daß selbst mit geübten Arbeitern und bei kurzen Entfernungen das Versetzen des Apparates $1\frac{1}{2}$ bis 2 Stunden in Anspruch nimmt. In Folge der Mißstände, welche die Ankerscheiben verursachen, ist man seit mehreren Jahren fast vollständig von denselben abgegangen und benutzt anstatt derselben sogenannte Ankerwagen, d. h. Seilscheiben, auf Fahrgestellen angeordnet, welche mit scharfen, tief in den Boden einschneidenden Rädern versehen sind. Diese Wagen sind der-

artig eingerichtet, daß sie durch die Spannung des Arbeitsseiles längs des Kopfendes des Ackerstückes selbstthätig vorwärts fahren und nachdem dies für jede Pflugtour um die Furchenbreite erfolgt ist, zum Stillstande kommen. Gegen eine seitliche Verschiebung sind sie durch die in den Boden einschneidenden Räder und erforderlichen Falles noch durch eine Belastung nach Möglichkeit gesichert.

Als Beispiel des Umkreisungssystemes mit Ankerwagen ist in Fig. 175 die bezügliche Fowler'sche Disposition dargestellt und bezeichnet a die Locomobile, b den Windewagen, welcher mit zwei horizontalen Trommeln versehen ist, die durch eine, zwischen denselben gelagerte Spindel und durch conische Räder von der Kuppelungswelle betrieben werden. Die Seile werden vermittelst kleiner Führungsrollen abgeleitet, welche, um ein regel-

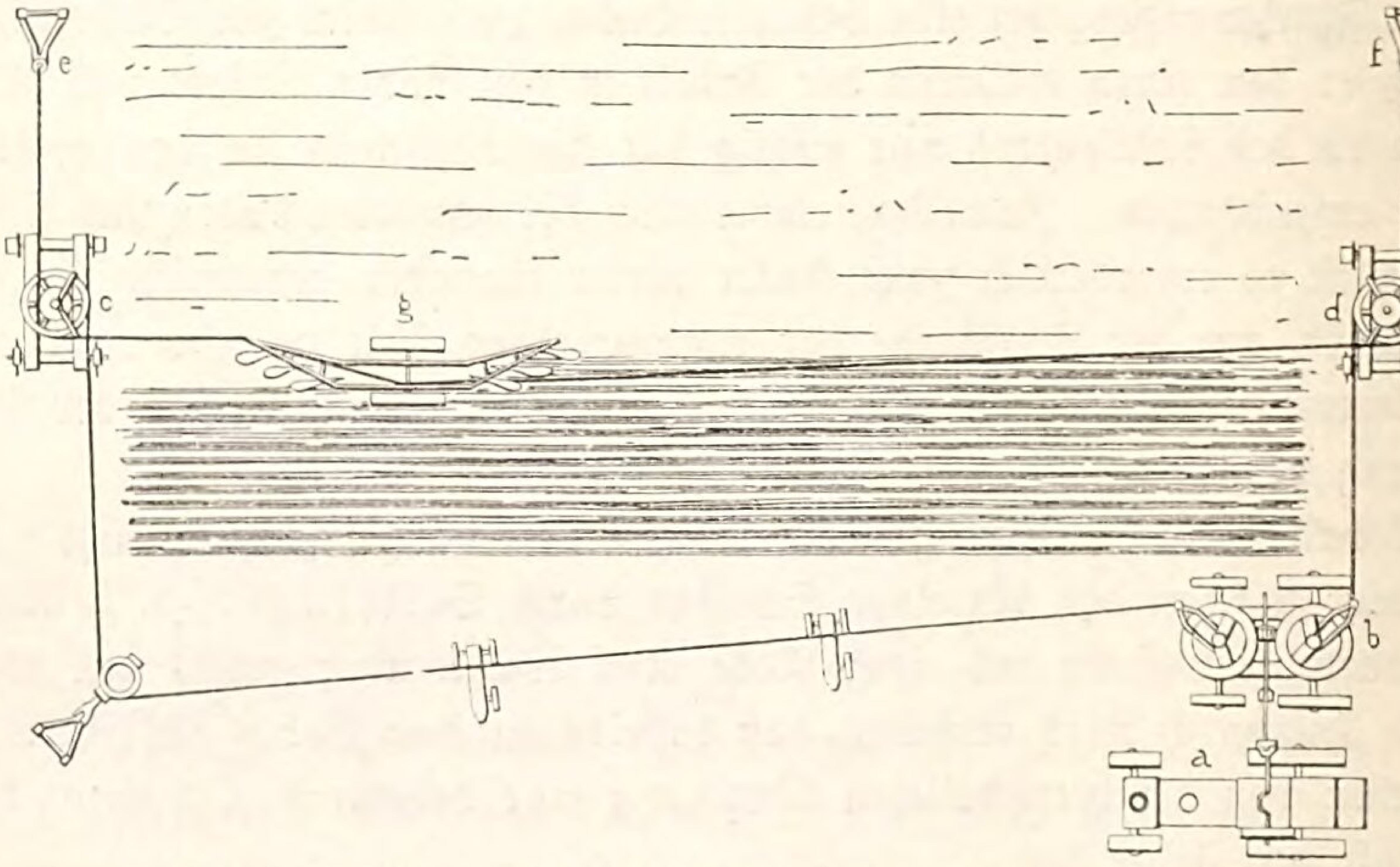


Fig 175. Umkreisungssystem mit Ankerwagen von Fowler.

mäßiges Auf- und Abwinden zu bewerkstelligen, an Hebeln befestigt sind, die sich langsam, entsprechend der Bildung je einer Seillage, auf und nieder bewegen. Die Ankerwagen c und d werden beim Beginne der Arbeit an dem nämlichen Kopfende des Feldes aufgestellt wie die Maschine und der Windewagen; sie entfernen sich bei jeder Pflugtour, entsprechend der bearbeiteten Breite, von der Maschine, indem sie sich nach den beiden Klauenankern e und f hin winden. Das Seil wird gekreuzt über die Seilscheiben der Ankerwagen geleitet und ist zwischen denselben an dem Cultivator g angehängt.

Die Vorwärtsbewegung des Ankerwagens d erfolgt, wenn der Cultivator in der Richtung c d fährt; es sitzt zu dem Zwecke auf der Hauptspindel eine kleine Seiltrommel, welche jetzt mittelst Vorgelege in langsame Drehung versetzt wird und das Seil d f aufwindet, d. h. da der Punkt f

fest ist, den Ankerwagen nach diesem hinzieht. Sobald der Ankerwagen um die erforderliche Strecke gefahren ist, wird der Betrieb der Trommel sistirt, was durch Auslösung der Kuppelung zwischen dieser und der Seilscheibe geschieht. Eine horizontale, von der Trommel betriebene Welle windet eine Kette auf, welche an dem Ausrückhebel dieser Kuppelung angreift; durch Verlängerung oder Verkürzung der Kette ist man mithin im Stande, genau zu bestimmen, nach wie vielen Umdrehungen der Trommel bez. nach wie viel Meter Vorwärtsbewegung der Stillstand eintreten soll. Bevor der Cultivator den Ankerwagen verläßt, löst der Arbeiter die Kette von der horizontalen Welle ab, so daß in der Folge das selbstthätige Aufwinden wieder stattfinden kann. Bei der Fahrt des Cultivators von d nach c steht der Ankerwagen d still, da die Transmission von der Ankerscheibe auf die Trommel nur bei einer Drehungsrichtung der Seilscheibe erfolgt.

In neuerer Zeit sind eine größere Zahl von Ankerwagen in Aufnahme gekommen, welche mehr oder weniger Eigenthümlichkeiten besitzen. Dieselben sollen hier nur kurz angeführt werden, da sie allesammt, in Folge der Unvollkommenheit des Ankerwagensystemes überhaupt, keinen dauernden Werth besitzen.

Die geschickteste Construction eines Ankerwagens ist unstreitig die Howard'sche, welche sich vor allen anderen durch vollständige Selbstthätigkeit auszeichnet. Die Ankerwagen nähern sich successive der Maschine, und zwar direct in Folge des Seilzuges. Eine kleine verticale Trommel am Ankerwagen nimmt die erforderliche Seillänge auf, um den Wagen mit einem in der Bewegungsrichtung des Ankerwagens ausgeworfenen Klauenanker zu verbinden. So lange die Trommel an der Drehung verhindert ist, bleibt somit die Entfernung zwischen beiden constant, während beim Auslösen der Trommel der Ankerwagen sich von dem Klauenanker entfernen kann, indem die entsprechende Seilmenge abgerollt wird. Diese Auslösung erfolgt durch die Seilscheibe, welche bei jeder Umdrehung einmal einen durch eine Feder gegen selbstthätige Bewegung gesicherten Schieber öffnet, wodurch der Trommel die Drehung gestattet wird. Die Begrenzung der Bewegung des Ankerwagens geschieht durch eine Kettentransmission, welche mit einem hervorspringenden, sich gegen den erwähnten Schieber anlegenden Kettengliede versehen ist.[1])

Ganz eigenthümlich ist ferner der Campain'sche Ankerwagen, welcher bei dem Umkreisungsdampfpfluge von Barford & Perkins angewendet

1) Ich bedauere sehr, daß mir keine genaue Detailzeichnung des interessanten Mechanismus zur Verfügung steht; die bisher veröffentlichten Abbildungen lassen das Wesentliche desselben absolut nicht erkennen.

wird. Auch hier erfolgt die Verschiebung des Wagens durch den Seilzug, sobald der Cultivator sich demselben nähert. Auf der Hinterachse des Ankerwagens sitzen mehrere Sätze starker grubberartiger Zähne, welche bei der Drehung der Achse in den Boden eingreifen. Sobald jedoch die Drehung derselben verhindert wird, findet keine weitere Fortbewegung statt, vorausgesetzt, daß die Zähne dem Zuge des Seiles den erforderlichen Widerstand entgegen stellen. Um nach einer beliebigen, regulirbaren Fahrstrecke den Ankerwagen zum Stillstande zu bringen, ist auf der Hinterachse ein Sperrrad aufgesetzt, in welches eine Klinke die Tendenz hat, einzufallen. Durch einen einfachen, mittelst Stifte stellbaren Hebelmechanismus kann es jedoch erreicht werden, daß die Klinke eine beliebige Anzahl von Zähnen passirt, ehe sie einfällt, so daß die von dem Ankerwagen in Folge des Seilzuges zu durchfahrende Wegstrecke regulirt werden kann. Wenn die Sperrvorrichtung angemessen eingestellt ist, so functionirt der Mechanismus ganz selbstthätig; ist eine Veränderung des von dem Ankerwagen bei jeder Pflugfahrt zurückzulegenden Weges vorzunehmen, so wird von dem Arbeiter am Pfluge, sobald letzterer von dem Ankerwagen wegfährt, das Einfallen der Sperrklinke in das Sperrrad geändert, worauf alsdann, sobald der Pflug wieder zu dem Ankerwagen hingezogen wird, die entsprechende kürzere oder längere Bewegung des letzteren erfolgt.

Im Uebrigen unterscheidet sich der Dampfpflug von Barford & Perkins nur in unwesentlichen Theilen von den sonstigen Dampfpflügen des Umkreisungssystemes; der Windewagen enthält in einem vierräderigen Gestell zwei verticale Trommeln, welche ihren Antrieb durch eine Kettenübertragung von der Schwungradwelle der Locomobile und durch ein Zahnradvorgelege erhalten. Durch eine Kuppelung kann die eine oder andere Seiltrommel in Betrieb gesetzt werden, während die leer gehende Trommel gebremst wird, um ein zu starkes Ablaufen des Seiles zu verhüten. Von den Trommeln werden die Seile über zwei horizontale, in einem flachen Gestell lagernde Scheiben geleitet, welche gemeinschaftlich durch eine Stellschraube in einem äußeren Rahmen verschoben werden können. Man ist hierdurch im Stande, den Auf- und Ablauf des Seiles derartig zu reguliren, daß kein Klemmen stattfindet.

Zu erwähnen ist noch, daß die Ankerwagen mit einer Lenkvorrichtung versehen sind, welche es gestattet, die Fortbewegung derselben bei schiefwinklig oder selbst unregelmäßig begrenzten Ackerstücken derartig zu leiten, daß der Wagen sich stets dicht an der Grenze verschiebt. Auch darf nicht unerwähnt bleiben, daß es keineswegs ausgeschlossen ist, anstatt der gewöhnlichen Locomobile eine selbstfahrende Maschine zu benutzen, wodurch, freilich mit erheblicher Vertheuerung des Apparates, der Vortheil erwächst,

daß der Transport sowie das Umsetzen von einem Ackerstücke auf ein anderes durch die eigene Betriebskraft erfolgen kann.

Das in neuerer Zeit viel genannte Fisken'sche Dampfpflugsystem gehört gleichfalls zu der Gruppe der Umkreisungsapparate mit einfacher Locomobile. Das zu bearbeitende Ackerstück wird von einem schnell laufenden Hanfseile umspannt, welches, von der außerhalb stehenden Locomobile bewegt, um die Seilscheiben zweier, an den Kopfenden der zu ziehenden Furchen aufgestellter Ankerwagen geschlungen und alsdann über feste Ankerrollen geleitet ist. Von den Seilscheiben können durch Zahnradtransmission Windetrommeln in Umdrehung versetzt werden, welche ebenfalls in den Ankerwagen gelagert sind und mittelst Drahtseile das Culturgeräth bewegen. Durch lösbare Kuppelungen werden die Trommeln je nach der beabsichtigten Fahrrichtung des Gerätes ein- oder ausgerückt, während die lose Trommel selbstthätig gebremst wird, um ein zu starkes Ablaufen des Seiles zu verhüten. Der Fisken'sche Dampfpflug ist mit sorgfältig construirten und präcis arbeitenden Vorrichtungen zum selbstthätigen Spannen des langen Hanfseiles sowie zum seitlichen Verschieben der Ankerwagen versehen. Als Vortheil desselben wird, abgesehen von der Möglichkeit, eine einfache Locomobile zu verwenden, besonders hervorgehoben, daß die Verankerung der Rollen, um welche das Hanfseil geleitet wird, in Folge des aus der hohen Geschwindigkeit desselben resultirenden schwachen Zuges, weit leichter zu bewerkstelligen ist als bei den Umkreisungsapparaten mit ausschließlicher Verwendung des Drahtseiles.

Ueber die Erfolge des Fisken'schen Dampfpfluges gehen die Ansichten ziemlich weit auseinander; in den letzten Jahren wurden jedoch mehrfach Berichte von erfahrenen Landwirthen veröffentlicht, welche sich mit der Arbeit und den Betriebsergebnissen des Apparates durchaus befriedigt erklärten.[1])

2. Dampfpflüge mit selbstbeweglichen Locomobilen (Straßen- oder Feldlocomotiven).

α) Mit einer Locomotive.

Das verbreitetste Dampfpflugsystem, welches die Verwendung einer Feldlocomotive bedingt, ist das Fowler'sche Ankerwagensystem, Fig. 176.

1) In Deutschland arbeiten zur Zeit (1879) 8 Fisken'sche Dampfpflüge, welche durch den sachverständigen und ausdauernden Vertreter der Fabrik, Herrn Alwin Taatz in Halle a/S. eingeführt und in Thätigkeit gesetzt wurden. Im Vergleiche mit den anderen Apparaten des Umkreisungssystemes kann der Erfolg immerhin als ein günstiger bezeichnet werden.

Unter dem Kessel der Locomotive a sind zwei Seiltrommeln neben einander gelagert, von welchen das Seil nach dem am entgegengesetzten Kopfende des Ackers aufgestellten Ankerwagen b geleitet wird. Das Ackergeräth c wird durch die dargestellte Seilleitung abwechselnd zu der Maschine oder

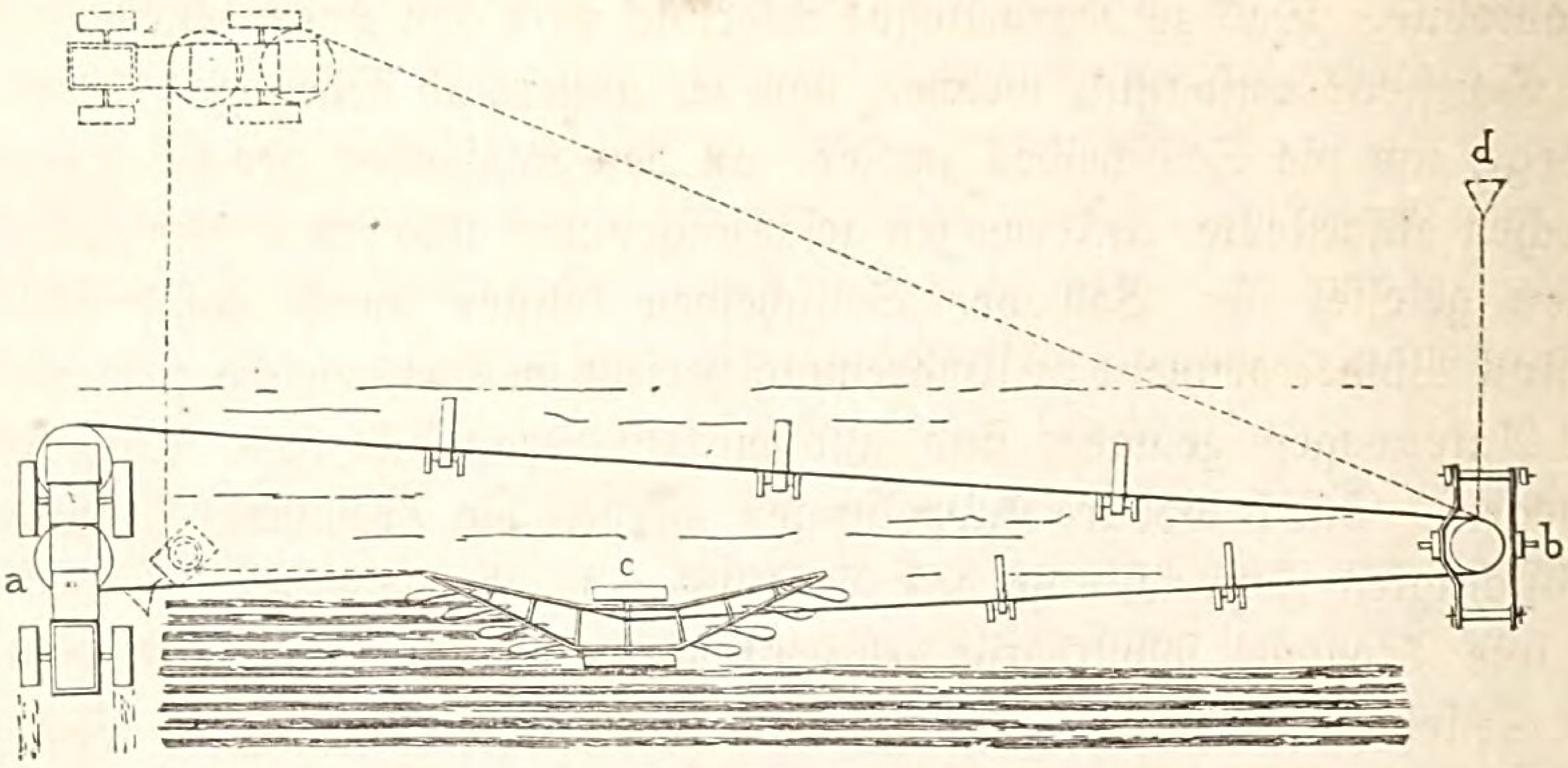


Fig. 176. Ankerwagensystem von Fowler.

zu dem Ankerwagen gezogen, je nachdem die eine oder andere Trommel von der Dampfmaschine in Umdrehung versetzt wird. Jedesmal, wenn der Cultivator bei der Maschine bez. dem Ankerwagen anlangt, rückt der betreffende Apparat um die beackerte Breite vor, und zwar erfolgt dies bei der Maschine durch die Transmission auf die Fahrräder, bei dem Ankerwagen durch eine Uebertragung von der Seilscheibe auf eine kleine Windetrommel, welche ein längs des Kopfendes ausgeworfenes und mit einem Klauenanker d verbundenes Seil aufwindet, so daß sich der Ankerwagen diesem letzteren allmälig nähert.

Die specielle Anordnung des Ankerwagens ist aus Fig. 177, der

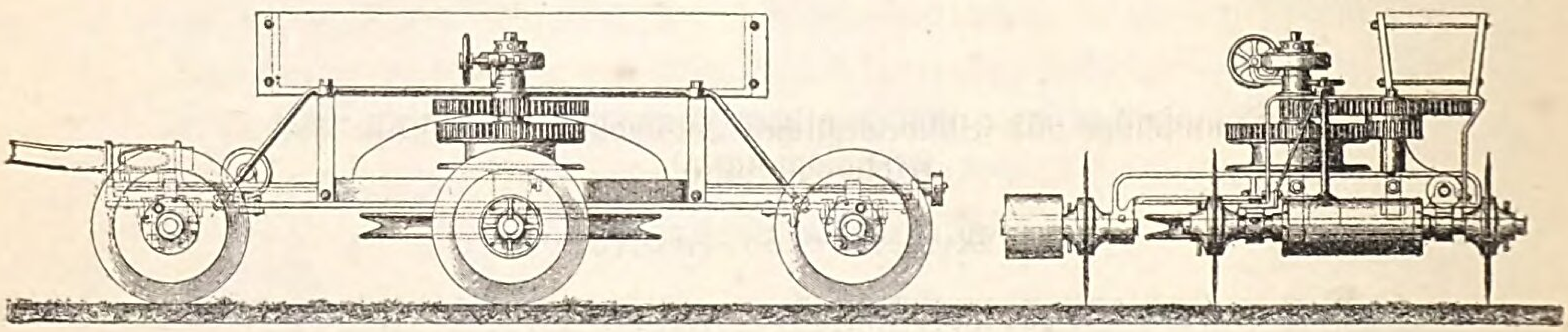


Fig. 177. Ankerwagen von Fowler.

Vorder- und Seitenansicht desselben, ersichtlich. Die Seiltrommel sitzt lose auf der Spindel der Seilscheibe, kann aber durch eine Frictionskuppelung dergestalt mit derselben verbunden werden, daß der Betrieb von der Achse durch ein doppeltes Stirnradvorgelege auf die Windetrommel

übertragen wird. In diesem Falle wird die Trommel in langsame Umdrehung versetzt, so daß der Ankerwagen sich dem Klauenanker nähert. Nachdem derselbe die erforderliche Strecke fortbewegt ist, löst der Arbeiter die Kuppelung, worauf die Trommel und somit der Ankerwagen zum Stillstande kommen. Auch dieser Ankerwagen ist derartig angeordnet, daß die scheibenförmigen Räder schräg eingestellt werden können, so daß der Wagen in beliebiger Richtung vorwärts bewegt wird. [1])

Ist der Boden derartig unsicher, daß ein Einsinken der schweren Maschine zu befürchten steht, so placirt man dieselbe, wie in der Skizze mit punktirten Linien angegeben, außerhalb des zu bearbeitenden Ackerstückes, z. B. auf einem Wege, und arbeitet nach dem Umkreisungssysteme.

β) Das Zweimaschinensystem.

An den beiden Kopfenden des zu bearbeitenden Ackers wird je eine Locomotive aufgestellt, welche unter ihrem Kessel eine Windetrommel

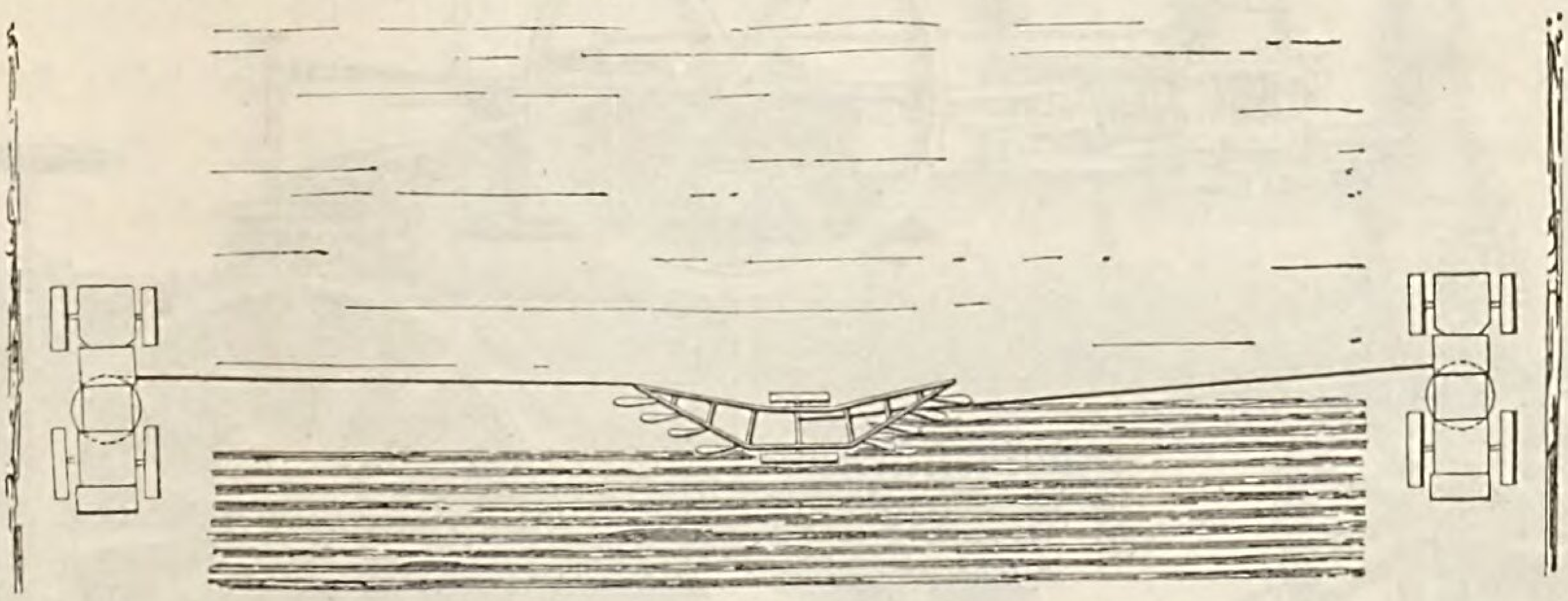


Fig. 178. Zweimaschinensystem von Fowler.

aufnimmt. Von beiden Windetrommeln ist das Seil nach dem Ackergeräth geleitet, so daß der abwechselnde Zug der Maschinen dasselbe hin und her bewegt, Fig. 178. Sobald der Cultivator bei der arbeitenden

1) Dieses System hat erst in neuerer Zeit die hier dargestellte Anordnung erhalten. Früher befand sich unter der Maschine ebenso wie an dem Ankerwagen eine Seilscheibe, und zwar von eigenthümlicher Construction. Der Umfang derselben bestand aus einer großen Anzahl einzelner Klappen, welche durch Charniere derartig verbunden waren, daß sie das Seil festhielten. Es war die Verwendung einer derartigen Trommel, der „clip drum“, aus dem Grunde nothwendig, weil das Seil nach Art eines endlosen Riemens ausgespannt war, so daß leicht ein Herabfallen desselben von den Scheiben eintrat. Ueberdies machte diese Seilanordnung eine etwas complicirte und nicht immer zuverlässig wirkende Spannvorrichtung am Cultivator nothwendig. Diese fällt bei der neueren Disposition weg, da das Seil mittelst der Windetrommeln an der Maschine und der Bremsvorrichtung für den Leergang stets in der erforderlichen Spannung erhalten werden kann.

Maschine anlangt, rückt dieselbe um die doppelte Breite des bearbeitenden Furchenstreifens vor, während das Geräth für die Arbeit in entgegengesetzter Richtung eingestellt und für die neue Fahrt eingesteuert wird. Alsdann beginnt die gegenüberstehende Maschine ihre Arbeit u. s. w.

Dieses System wurde von mehreren englischen Dampfpflugfabrikanten adoptirt, namentlich von Fowler, Howard und Aveling & Porter; dem ersteren gebührt aber unbestritten das Verdienst, diesem zur Zeit bewährtesten Systeme durch gediegene Construction und Anpassung an die verschiedensten Verhältnisse den Weg in die Praxis eröffnet zu haben. Es ist demnach selbstverständlich, daß wir uns hier vornämlich mit dem

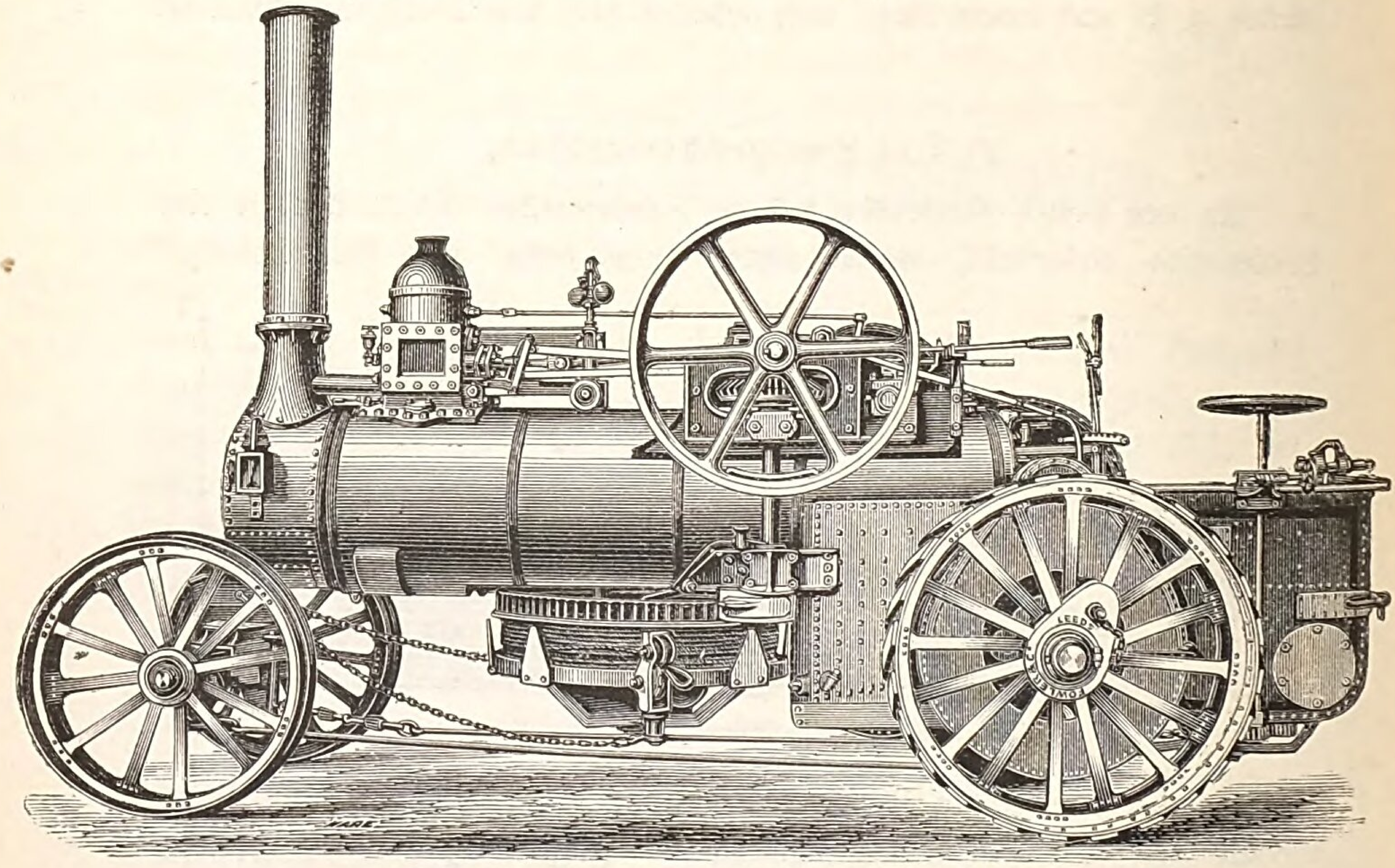


Fig. 179. Locomotive des Zweimaschinensystemes.

Fowler'schen Dampfpfluge nach dem Zweimaschinensysteme beschäftigen. Während Fig. 179 die Feldmaschine in perspectivischer Ansicht darstellt, ist auf Taf. XV Fig. 1 und 2 die Seitenansicht und der Grundriß einer Maschine dieser Gattung vorgeführt. Nach dem, was bereits in den Abschnitten I und III über Locomobilen und Straßenlocomotiven mitgetheilt wurde, bedürfen die Zeichnungen kaum einer weiteren Erläuterung. Von der Schwungradwelle wird durch conische Räder a und b eine zur Seite des Kessels gelagerte Spindel c in Umdrehung versetzt, von welcher mittelst eines Stirnradvorgeleges d e die Trommel f betrieben wird. Das Seil wird über die beiden Führungsrollen g und h geleitet, welche

langsam, entsprechend der Seilgeschwindigkeit und dem Trommelumfange, auf und nieder geführt werden, um ein Aufwinden des Seiles in regelmäßigen Lagen zu bewerkstelligen. Zu diesem Zwecke befindet sich unter der Trommel auf der Spindel derselben eine Scheibe mit spiralförmiger Nuth, deren Ganghöhe gleich der Höhe der Trommel ist. In diese greift die Gabel eines Doppelhebels ein, welcher sich somit auf und nieder bewegt. An dem Ende desselben sind die beiden Leitrollen g und h zur Ableitung des Seiles angebracht.

Der Hebel i dient zum Auslösen des Trommelbetriebes, Hebel k zum Ein- und Ausrücken der Transmission auf die Fahrräder, l zum Umsteuern der Maschine mit Hülfe einer Stephenson'schen Coulisse und das Kurbelrad m zum Einlenken der Maschine bei der Fahrt, zu welchem Zwecke eine aus der Zeichnung ersichtliche Zugstangen- und Kettentransmission nach der Vorderachse geleitet ist.

Diese Maschinen werden in einer Stärke von 6 bis 20 nominellen Pferdekräften ausgeführt; die schwächsten von 6 Pferdekraft besitzen die Einrichtung, daß nach Entfernung der Windetrommel das Vordergestell mit dem Drehschemel-Obertheile um 180 Grad gedreht werden kann, wodurch die Maschine einen beträchtlich kürzeren Radstand erhält und somit als landwirthschaftliche Straßenlocomotive gut verwendbar wird.

Während in früherer Zeit die Maschinen über 14 Pferdekraft zumeist zwei Dampfcylinder erhielten, giebt man neuerdings den Maschinen mit einem Cylinder den Vorzug, da sich bei sorgfältigen Versuchen ergeben hat, daß diese mit einer Kohlenersparniß von 7 bis 10 Procent gegenüber den Zweicylindermaschinen arbeiten. Die Expansion kann mit Hülfe der Coulissensteuerung von $1/4$ bis $3/4$ des Hubes verändert werden. Folgende Zusammenstellung giebt die wichtigsten Daten über einige der gebräuchlichsten Locomotiven des Zweimaschinensystemes mit einem Dampfcylinder:

Nominelle Pferdekraft		6	8	12	20
Cylinderdurchmesser	Meter	0.190	0.241	0.266	0.330
Kolbenhub	„	0.254	0.305	0.305	0.355
Heizfläche in der Feuerbuchse	Quadratmeter	—	3.09	3.09	4.08
„ „ den Röhren	„	—	12.91	14.96	21.74
Totale Heizfläche	„	9.75	16.00	18.05	25.82
Totale Rostfläche	„	—	0.58	0.71	0.89
Mittlerer Dampfdruck	Atmosphären	7	7	7	7
Mittlere minutliche Tourenzahl		150	150	150	150
Geschwindigkeit des Pflugseiles in Metern pro Secunde		—	1.23	1.23	1.23
Große Fahrgeschwindigkeit	„ „ „ „	1.10	1.10	1 10	0.89
Kleine „	„ „ „ „	0.41	0.52	0.52	—
Durchmesser der Triebräder	Meter	1.52	1.68	1.68	1.98
Breite „ „	„	0.41	0.51	0.51	0.56
Gewicht der betriebsfähigen Maschine	Kilogramm	—	12690	14220	17270
Fassungsraum des Wasserbehälters	Liter	—	613	849	1317

Bei dem Zweimaschinensysteme nimmt jede Windetrommel etwa 360 Meter Drahtseil auf, so daß dieses als die größte Breite des mit einem Male zu cultivirenden Ackers angenommen werden kann. Die Seile, aus Stahldraht gefertigt, sind für die schwächeren Maschinen 24drähtig, für die stärkeren 36drähtig.

Vergleichen wir nunmehr die geschilderten Systeme mit einander, und zwar unter Uebergehung des in neuerer Zeit nur noch wenig benutzten Fowler'schen Ankerwagensystemes nach der Disposition Fig. 176 (Seite 374), und ohne unter den einzelnen Dampfpflügen des Umkreisungssystemes speciell zu unterscheiden, so haben wir nur dieses dem Zweimaschinensysteme gegenüber zu stellen. Die sämmtlichen Dampfpflüge des Umkreisungssystemes mit Benutzung der gewöhnlichen landwirthschaftlichen Locomobile von 10 bis 12 Pferdekraft führen im Gegensatze zu dem Zweimaschinensysteme den Namen „billige" Dampfpflüge; ihr Preis beträgt im Mittel, ohne Bodenbearbeitungsgeräthe, jedoch einschließlich der Locomobile von 12 Pferdekraft 16000 Mark. Dagegen beziffern sich die Kosten des Zweimaschinensystemes einschließlich der Seile und Zubehör, ohne Ackergeräthe, in runden Summen wie folgt:

Pferdekraft:	6	8	10	12	14	16	20
Preise in Mark:	24500	30000	31800	34000	36200	40000	53000,

also im Allgemeinen doppelt so hoch; bei den nominell 6pferdigen Locomotiven des Zweimaschinensystemes, welche wegen der hohen Dampfspannung und Kolbengeschwindigkeit mindestens die gleiche Leistung ergeben wie gewöhnliche Locomobilen von nominell 12 Pferdekraft, um $1/3$ höher als die Dampfpflüge des Umkreisungssystemes. Der Vorzug des letzteren liegt ausschließlich in der Billigkeit der Anschaffung und in der Möglichkeit, bereits zu anderen Zwecken vorhandene Motoren für die Bodenbearbeitung verwenden zu können, wohingegen das Zweimaschinensystem folgende Vorzüge besitzt:

1) Einfachste Aufstellung. Die Maschinen fahren durch eigene Dampfkraft an ihren Platz, das Seil wird mit dem, durch die Maschine transportirten Ackergeräth verbunden und der Dampfpflug ist betriebsfähig. Keinerlei Theile werden in dem Boden verankert.

2) Geringste Seillänge, und zwar in directem Zuge ohne Abbeugungen des Seiles über Rollen zwischen den Maschinen und dem Ackergeräth; daher geringste Effectverluste durch die Seiltransmission.

3) Schnelles Umsetzen auf ein anderes Ackerstück, ohne Hinzuziehung von Gespannen. Wo irgendwie große Leistungen verlangt werden, muß dieser Vorzug des Zweimaschinensystemes gegenüber den Dampfpflügen mit gewöhnlicher Locomobile stets zu Gunsten des ersteren entscheiden. Während man bei den Umkreisungsdampfpflügen eine mehr oder minder

erhebliche Zeit zur Aufstellung gebraucht, beginnt der Zweimaschinendampfpflug seine Arbeit unmittelbar nach dem Eintreffen an dem neuen Arbeitsorte. Nur zu häufig wird der ganze Wirthschaftsbetrieb dadurch empfindlich gestört, daß bei ersteren die Gespanne zum Transport des Dampfpfluges in Anspruch genommen werden.

4) Große Leistung. Bereits oben (Seite 366) wurde der Nachweis geführt, daß die gewöhnlichen landwirthschaftlichen Locomobilen nicht die erforderliche Leistungsfähigkeit besitzen, um die Ackergeräthe vortheilhaft betreiben zu können. Dem gegenüber arbeiten die Maschinen, welche speciell als Dampfpflugmotoren construirt sind, mit hohen Dampfspannungen (7 Atmosphären und darüber) und mit 150 bis 250 minutlichen Umdrehungen der Schwungradwelle. Hiermit kann selbst ein widerspänstiger Boden zu beträchtlicher Tiefe aufgerissen werden, und zwar immer noch mit günstiger quantitativer Leistung.

5) Geringste Abnutzung der Maschinen. Während bei den Umkreisungsdampfpflügen die Maschinen in continuirlicher Thätigkeit sind, arbeiten die Motoren des Zweimaschinensystemes derartig abwechselnd, daß jeder die Hälfte der effectiven Arbeitszeit in Function ist. Hierdurch ist der Führer in den Stand gesetzt, die Maschinen stetig in Ordnung zu halten, schlotternde Theile durch das Anziehen von Schrauben und Keilen wieder richtig einzustellen, ohne den Betrieb des Pfluges irgendwie zu stören. Bei der äußersten Anspannung, mit welcher man die Maschinen des Dampfpfluges vielfach arbeiten lassen muß, kann diese regelmäßige Unterbrechung der Arbeit nur als vortheilhaft anerkannt werden.

Faßt man diese Thatsachen zusammen, so ergiebt sich das Resultat, daß nur ausnahmsweise die Dampfpflüge mit gewöhnlicher Locomobile nach dem Umkreisungssysteme empfehlenswerth sind, und zwar in dem Falle, daß die zur Verfügung stehende Maschine hinlänglich kräftig ist und daß keine hohe Leistungen beansprucht werden; daß Dampfpflüge mit Feldlocomotiven nach dem Umkreisungssysteme bereits eine umfassendere Verwendung zulassen, da bei diesen zumeist kräftigere Maschinen benutzt werden und die Gespanne zum Umsetzen der Apparate entfallen; daß aber bei dem heutigen Stande der Ausbildung der Dampfpflüge für die überwiegend zahlreichsten Fälle das Zweimaschinensystem einzig und allein angezeigt ist.

b) Die Ackergeräthe des Dampfpfluges.

Die vorwiegend durch den Dampfpflug in Arbeit gesetzten Ackergeräthe sind der Pflug, in der Regel für mehrere Furchen eingerichtet, und der Grubber. Ueberdies finden, abgesehen von einzelnen für specielle Zwecke construirte Geräthe, z. B. Rodepflüge, Heideculturpflüge, Rübenheber, noch

Eggen und Walzen Verwendung und in vereinzelten Fällen, jedoch ohne nachhaltigen Erfolg, auch Säemaschinen.

Unter den zahlreichen Pflügen, welche für den Betrieb durch Dampfkraft construirt wurden, hat sich ausschließlich der Fowler'sche Balancirpflug bez. das diesem zu Grunde liegende Princip als vortheilhaft bewährt. Um hin und her zu pflügen, ohne das Instrument zu wenden, müssen zwei Sätze von Pflugkörpern, in entgegengesetzter Richtung eingestellt, in einem Gestell angeordnet sein, dergestalt, daß der eine Satz im Boden arbeitet, während der zweite schwebend gehalten wird. Zu diesem Zwecke befinden sich in einem in der Mitte drehbaren Gestell auf jeder Seite schräg hinter einander stehend zwei bis sechs vollständige Pflugsätze, so daß gleichzeitig eine Reihe von Furchen gepflügt werden. Das Instrument ist derartig abbalancirt, daß bereits durch das Uebergewicht des Arbeiters, welcher auf jeder der beiden Hälften Platz nehmen kann, ein Senken des betreffenden Theiles erfolgt, wodurch die andere Seite, welche die Furchen in entgegengesetzter Richtung ziehen würde, unter einem Winkel von etwa 36 Grad in schwebender Lage, außer Contact mit dem Boden, gehalten wird. Der in dem schmiedeeisernen Rahmen gebildete Pflugbalken ist in schräger Lage zu der Fortbewegungsrichtung angeordnet; die an der Seite desselben angeschraubten Pflugkörper erhalten somit von selbst die passende Stellung hinter und neben einander. In der Mitte sind die Achsen angebracht, welche die beiden großen Fahrräder aufnehmen. Die Höhe derselben differirt um die zu pflügende Furchentiefe, so daß man diese durch Einstellung der Räder mittelst Stellschrauben, ferner durch ein Laufrad am Ende des Pfluges reguliren kann. Die Mittelräder können zum Zwecke des Einsteuerns des Pfluges schräg eingestellt werden; hierdurch wird die Bewegungsrichtnng innerhalb gewisser Grenzen unabhängig von der Zugrichtung des Seiles gemacht. Der Steuermechanismus besteht in einem Schraubenradsegmente auf den verticalen Spindeln, um welche die Räder eingelenkt werden; die in dieses eingreifende Schraube wird vom Führersitze aus mittelst eines Kurbelrades und einer in dem Gestell gelagerten Welle in Bewegung gesetzt.

Die Form der Streichbretter dieses Pfluges wird in neuerer Zeit ganz dem betreffenden Boden und der verlangten Arbeit angepaßt; so zeigen Fig. 180 und 181 [1]) einen Balancirpflug mit je sechs Pflugkörpern, deren Streichbretter die langgewundene englische Form („Kent"-Form)

---

1) Diese Zeichnungen sowie Fig. 185 und 186 sind Verkleinerungen nach der von Hervé Mangon in seinem mehrfach citirten Werke: Travaux, instruments et machines agricoles publicirten Tafeln.

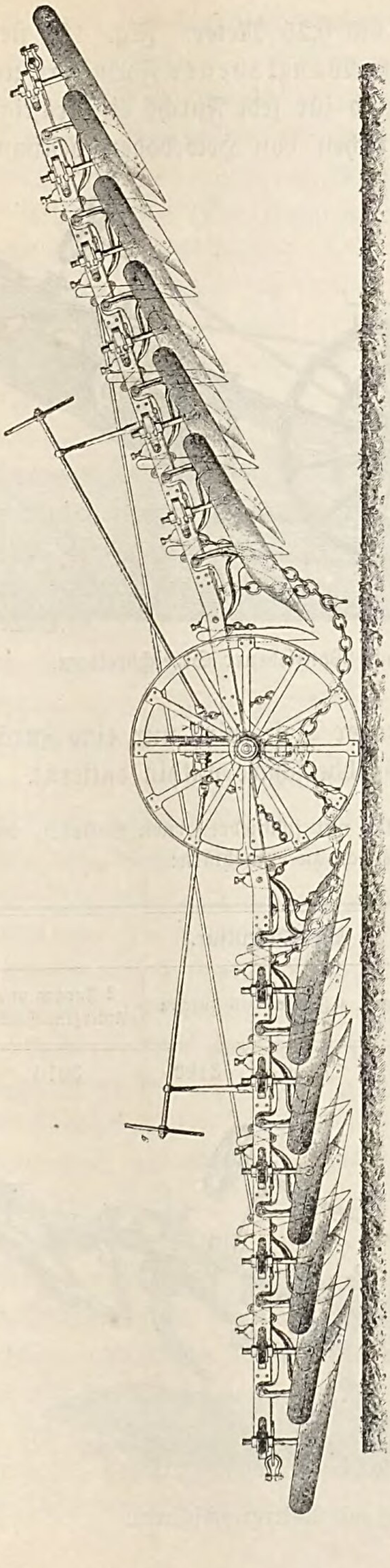


Fig. 180. Sechsschariger Balancirpflug, Seitenansicht.

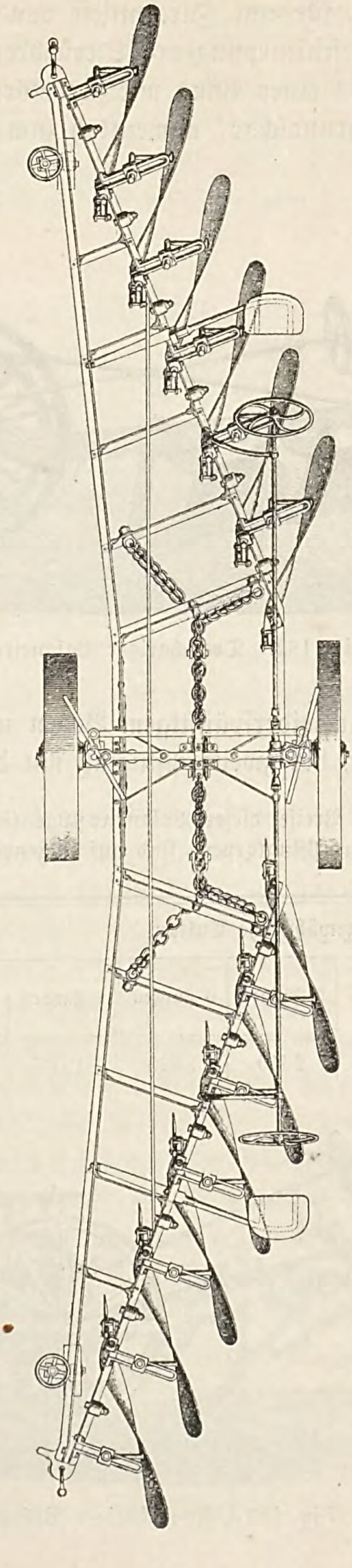


Fig. 181. Sechsschariger Balancirpflug, Grundriß.

besitzen, für eine Furchentiefe von 0.10 bis 0.25 Meter. Fig. 182 stellt den Tiefculturpflug mit Streichbrettern in Wanzlebener Form dar und Fig. 183 einen Pflug mit zwei Körpern und für jede Furche ein kräftiges Untergrundschar, namentlich zum Aufbrechen von Heideboden bestimmt.

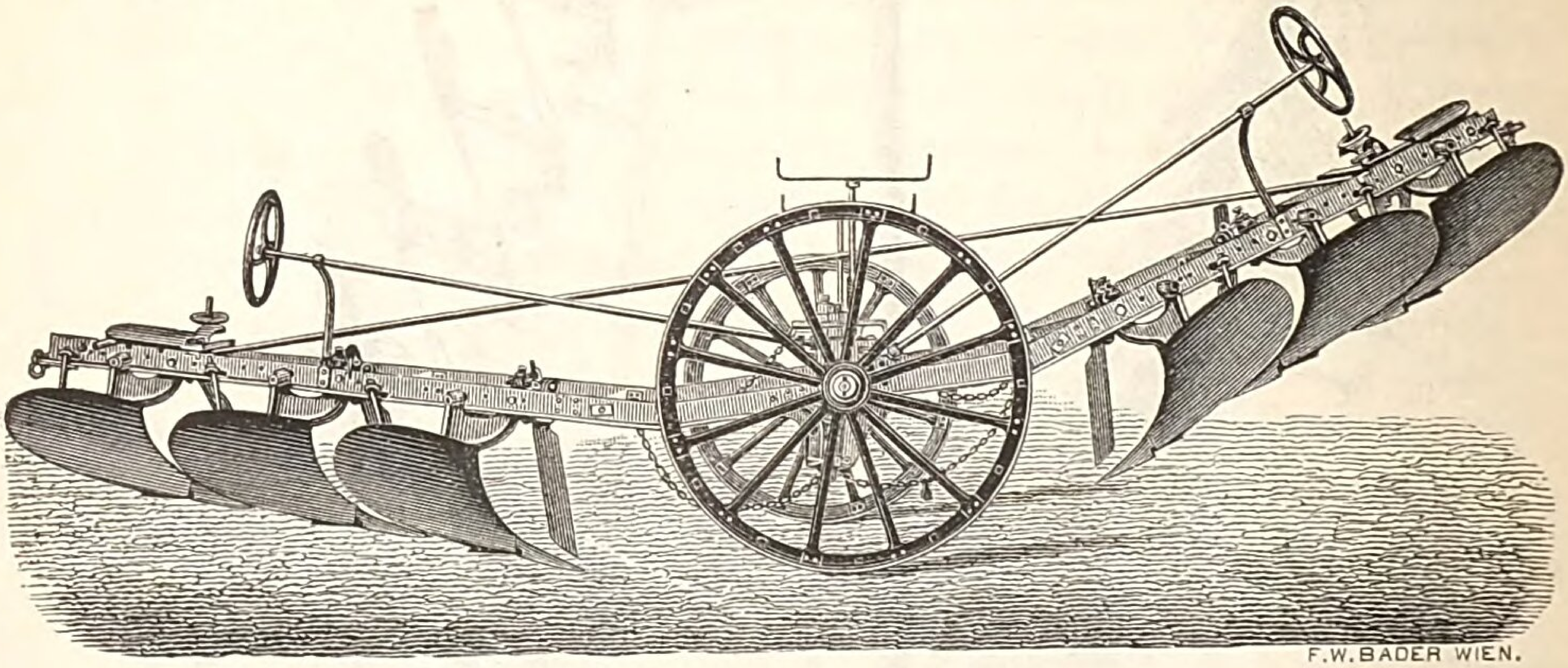


Fig. 182. Dreischariger Balancirpflug mit Wanzlebener Streichbrettern.

Bei sehr widerspänstigem Boden und großer Tiefe wird nur eine Furche geackert, der zweite Pflugsatz mit dem Grubberschare mithin entfernt.

Die Preise dieser Balancirpflüge (in Mark), mit schmiedeeisernen Gestellen und stählernen Pflugkörpern sind auf folgender Ueberſicht zu entnehmen:

Für gewöhnliche Cultur.			Für Tiefcultur.				
4 Furchen	5 Furchen	6 Furchen	2 Furchen	3 Furchen	4 Furchen	5 Furchen	2 Furchen und Untergrundschare
2370	2650	3025	1975	2630	3140	3490	3010

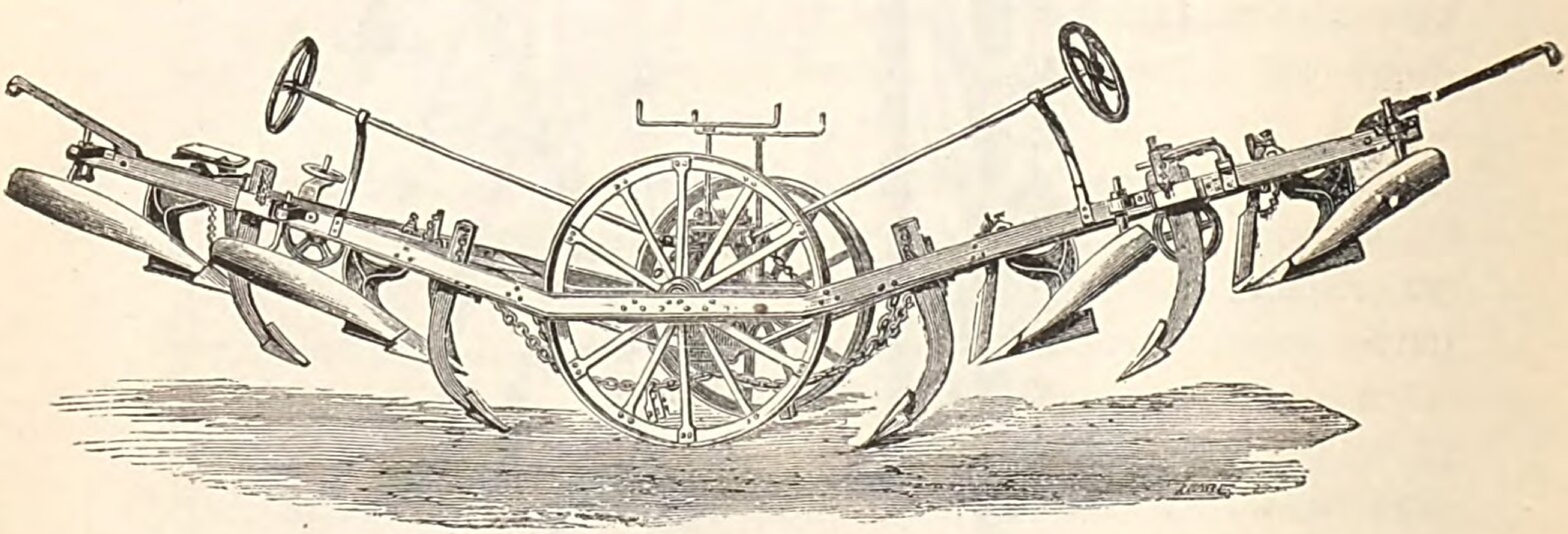


Fig. 183. Zweischariger Balancirpflug mit Untergrundscharen.

Die Grubber zur Dampfbodencultur werden in mannigfaltigster Weise angeordnet. In früherer Zeit wurden die entsprechenden Werkzeuge in einem Gestell, übereinstimmend mit demjenigen der Balancirpflüge, befestigt, wobei jedoch das Geräth sehr schwer ausfiel und keine gute Arbeit lieferte. Ferner benutzte man Grubberzinken, welche nach beiden Richtungen arbeiten konnten, in angemessener Vertheilung in einem vierräderigen Gestell untergebracht. Die Zinken hatten die in Fig. 184 dargestellte Form; ihre Befestigung in dem Gestell gestattete ihnen eine geringe Beweglichkeit in der Fahrrichtung, so daß bei der Arbeit der unbenutzte Zinken etwas angehoben wird. Die Cultivatoren dieses Systemes, welches von Howard herrührte, lieferten sehr gute Arbeit, ließen jedoch nicht die Ausführung in beträchtlicher Breite zu, da sich alsdann das Geräth nur schwer steuern ließ. Als eine wesentliche Verbesserung der Dampfgrubber hat sich der Fowler'sche Wendecultivator erwiesen, welcher in Fig. 185 und 186 in der Seitenansicht und dem Grundrisse dargestellt ist und in neuerer Zeit allen übrigen Constructionen vorgezogen wird. Der in der Grundform dreieckige, aus Winkeleisen hergestellte Rahmen nimmt in rechteckigen Schlitzen die Stiele der Grubberzinken auf, welche in denselben zu der gewünschten Arbeitstiefe eingestellt werden können. Der Rahmen ruht auf drei Rädern, von denen das Vorderrad zum Einsteuern des Gerätheს benutzt wird, während die Hinterräder auf Kurbeln einer gemeinschaftlichen Achse aufgesetzt sind. Durch eine Drehung dieser Achse erfolgt somit ein Heben oder Senken der beiden Räder und, da dieselben auf dem Boden aufruhen, das Herablassen oder Anheben des Rahmens mit den Zinken. Am vorderen Theile des Instrumentes ist ein doppelarmiger Hebel, in der Mitte des Rahmens drehbar, angebracht, welcher an seinen beiden Enden bez. das Zugseil und das dem Cultivator nachfolgende Seil aufnimmt. Langt das Instrument bei der arbeitenden Maschine an, so wird dieselbe angehalten und es beginnt die gegenüberstehende Maschine ihre Arbeit. Diese dreht zunächst den Zughebel in eine Stellung, rechtwinklig auf die Mittellinie des Culti-

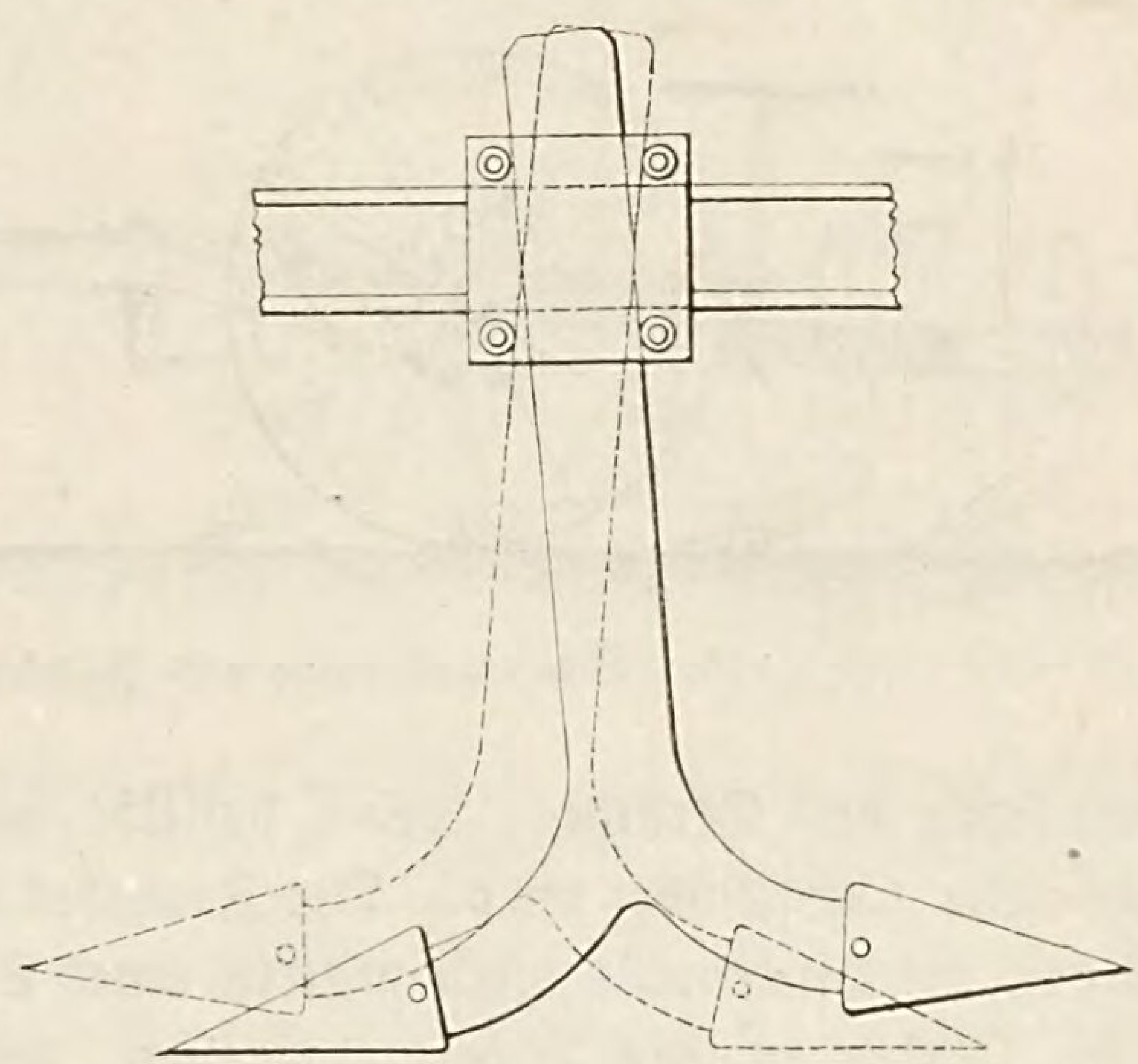


Fig. 184. Schar des Howard'schen Dampfgrubbers.

vators. Durch eine Ketten- und Hebeltransmission bewirkt diese Bewegung des Zughebels eine Drehung der Hinterachse, derartig, daß durch die Räder die arbeitenden Theile des Cultivators aus dem Boden gehoben werden und dieser frei auf seinen drei Rädern ruht. Nunmehr bewirkt der fortgesetzte Seilzug der gegenüber stehenden Maschine eine vollständige

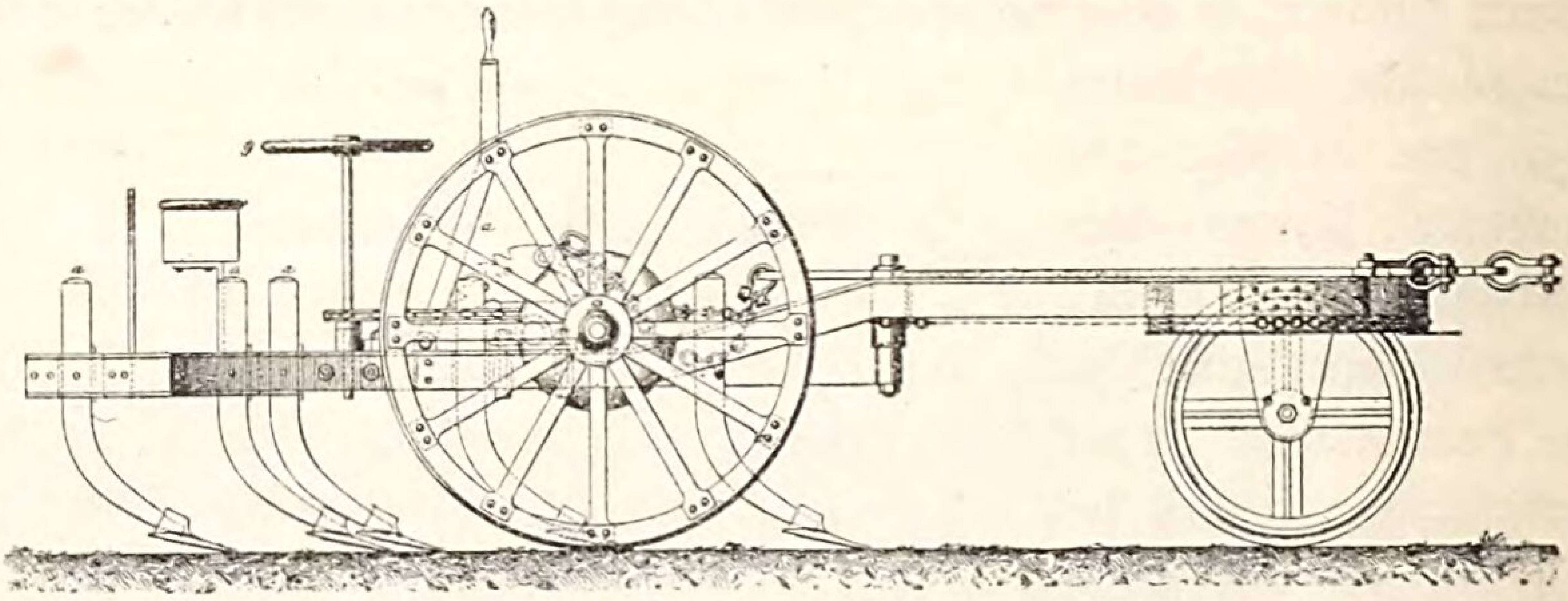


Fig. 185. Wendecultivator von Fowler, Seitenansicht.

Umwendung des Gerätbes, wobei dasselbe sogleich in die neue seitliche Furchentour übergeführt wird. Der Zughebel erhält wieder seine normale Stellung, die Hinterachse wird mittelst eines Stellhebels derartig gedreht, daß die Zinken in den Boden eingreifen, worauf die Arbeit wieder in regelmäßiger Weise von Statten geht.

Der Wendecultivator zeichnet sich gegenüber den älteren Cultivatoren dadurch aus, daß das Wenden und das seitliche Verrücken ganz automatisch

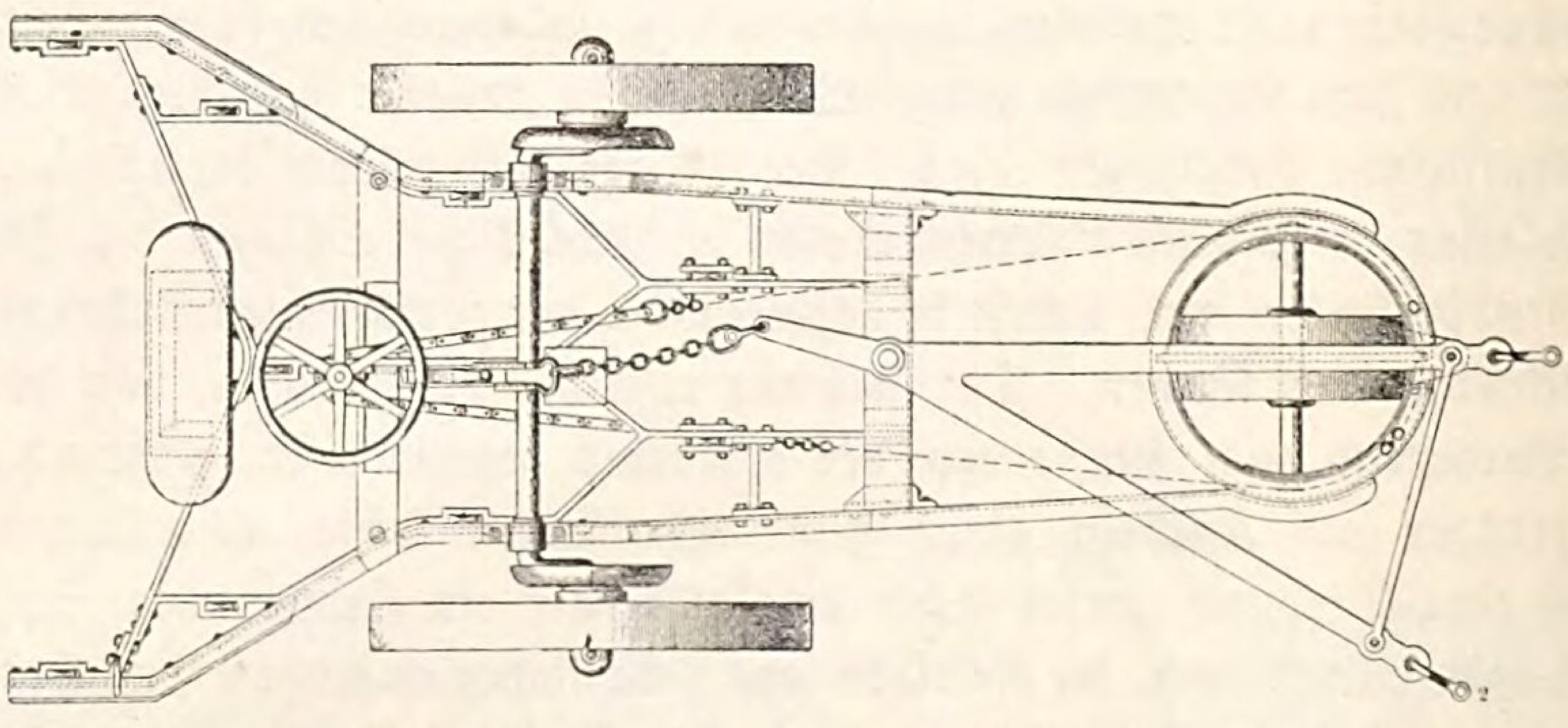


Fig. 186. Wendecultivator von Fowler, Grundriß.

vor sich gehen; der Arbeiter verläßt, am Furchenende angelangt, seinen Sitz überhaupt nicht, sondern stellt das Geräth nach erfolgter Wendung wieder auf die Arbeitstiefe ein.

Es sei hier schließlich noch die Einrichtung der Fowler'schen Eggen und Walzen für die Dampfbodencultur erwähnt. Die Egge ist derartig

angeordnet, daß sie nach beiden Richtungen arbeiten kann. Sie hängt mittelst Ketten in dem Gestell eines vierräderigen Wagens; in der Mitte desselben befindet sich der Sitz für den Arbeiter, von welchem er die jedesmaligen Vorderräder mit Hülfe eines Stellrades und einer Schraubenradtransmission, analog der betreffenden Anordnung bei den Balancirpflügen, einlenkt. Das Gestell nimmt 5 oder 6 Eggensätze auf, welche vorn und hinten an je einem gemeinschaftlichen Querbalken befestigt sind. Die Arbeitsbreite der größten Egge beträgt 5.50 Meter. Beim Transport werden die einzelnen Eggensätze ausgehängt und über einander gelegt.

Das nämliche Gestell wird auch zur Einhängung der Walzen benutzt, und zwar werden zwei Cambridge'sche Ringelwalzen oder Croskill'sche Schollenbrecher verwendet. Die Achsen derselben sind mit Hebeln verbunden, deren Enden lose an je einem gemeinschaftlichen Querbalken befestigt werden. Diese sind wiederum mittelst Ketten in dem Gestelle eingehängt, so daß die Walzen eine vollständig freie Beweglichkeit erhalten. [1])

Die Preise der Eggen betragen: mit fünf Sätzen 1280 Mark, mit sechs Sätzen 1530 Mark, der Walzen (gleichfalls mit dem Fahrgestell): Cambridge'sche Walzen 1580 Mark, Croskill'sche Walzen 1975 Mark.

Die gesammten Anschaffungskosten des Dampfpfluges variiren nicht unerheblich je nach der Auswahl der zugehörigen Bodenbearbeitungsgeräthe. In der Regel empfiehlt es sich, mit dem Dampfpfluge einen Tiefpflug, einen Flachpflug und einen Wendecultivator zu beziehen; mit diesen sowie den beiden erforderlichen Wasserwagen und allen für den Betrieb nothwendigen Theilen einschließlich der wichtigeren Reservetheile stellen sich die Kosten des Fowler'schen Zweimaschinenapparates in runden Summen (loco Deutschland):

mit Maschinen von nominell	6	Pferdekraft auf	32000 Mark.
" " " "	12	" "	46000 "
" " " "	14	" "	50000 "

c) Die Betriebsresultate des Dampfpfluges.

Der Werth des Dampfpfluges für bestimmte Verhältnisse hängt von der Leistung, den Kosten der Arbeit und den wirthschaftlichen Erfolgen ab. Erstere wird selbstverständlich von einer ganzer Reihe von

---

1) Mit den hier dargestellten Ackergeräthen sind lediglich die am meisten verwendeten Apparate geschildert; außer denselben existirt noch eine beträchtliche Anzahl entweder dem gleichen Zwecke dienender oder für Specialaufgaben construirter, oft ganz origineller Culturgeräthe. Zu letzteren sind namentlich die mit vortrefflichem Erfolge arbeitenden Pflüge und Grubber zur Urbarmachung des Heidebodens zu zählen, welche hier, als vornämlich der Forstcultur angehörend, nicht speciell behandelt werden können. Eine recht gute Zusammenstellung der mannigfaltigen Culturgeräthe des Dampfpfluges enthalten übrigens die zumeist reich illustrirten Kataloge der hervorragendsten Fabrikanten von Dampfpflügen, namentlich die alljährlich neu erscheinenden Kataloge von Fowler und Howard.

Umständen beeinflußt, namentlich von dem Dampfpflugsysteme, der Arbeitsstärke der Motoren und der Bodenbeschaffenheit; ferner aber auch von der Form und Größe des zu bearbeitenden Ackers, der Länge der Furchen, also der Anzahl der nothwendigen Umstellungen, von der Regelmäßigkeit der Wasser- und Kohlenzufuhr, der Geschicklichkeit und dem Eifer der Arbeiter u. s. w.

Der häufig eingeschlagene Weg, die Leistung des Dampfpfluges aus der durchschnittlichen Geschwindigkeit der Ackergeräthe, der Arbeitsbreite derselben und der zum Wenden an den Furchenenden erforderlichen Zeit zu berechnen, ist ganz unzulässig und führt zu falschen oder zum mindesten willkürlichen Resultaten. Man ist nicht im Stande, hierbei die zahllosen Umstände zu berücksichtigen, welche die Leistung beeinträchtigen können und selbst bei dem sorgfältigst geleiteten Betriebe unvermeidlich sind. Diese Umstände, welche Veranlassung zu Betriebsstockungen und verminderter Leistung geben, wiederholen sich jedoch mit mehr oder minder großer Regelmäßigkeit im Laufe einer längeren Arbeitsperiode und finden ihren Ausdruck in der Differenz zwischen der durch Rechnung zu ermittelnden Maximalleistung und der effectiven Leistung im Laufe eines längeren Zeitraumes, z. B. eines Jahres. Letztere kann aber allein die Resultate liefern, aus welchen die durchschnittliche Leistung pro Stunde oder Arbeistag festgestellt werden darf und es wird dieselbe um so größeren Anspruch auf Uebereinstimmung mit den thatsächlichen Leistungen haben, je längere Arbeitszeiten in Berücksichtigung gezogen wurden.[1])

Nachfolgende Zusammenstellung giebt eine Anzahl von Daten, in der letztgenannten Art gewonnen, also thatsächlichen Verhältnissen zumeist nach den Resultaten mehrerer Jahre entsprechend, und gleichzeitig der Verbrauch an Brennmaterial (Steinkohlen mittlerer Qualität) pro Hektar, bei Anwendung des Zweimaschinensystemes:

---

1) Ganz unzulässig erscheint es, bei den Angaben über die thatsächliche Leistung und den Brennmaterialverbrauch die Resultate zu benutzen, welche bei den forcirten Probearbeiten auf englischen Ausstellungen erzielt wurden. Max Eyth äußert sich (Landwirthschaftliches Centralblatt für Deutschland, Jahrgang 1873, Band II Seite 350) hierüber folgendermaßen: „Ueberdies sind die bei den Experimenten erzielten Resultate zwar immer von hohem Interesse geblieben, haben aber nahezu allen practischen Werth verloren. Eine gute Locomobile verbrennt 5 bis 6 Pfund pro effective Pferdekraft und Stunde hinter ihrer Dreschmaschine, obgleich Clayton & Shuttleworth in Cardiff nur 2.8 oder 2.9 Pfund verbrannt haben und ein guter Dampfpflug pflügt 15 bis 18 Morgen Land pro Tag, trotzdem Fowler & Co. in Wolverhampton 5 Morgen pro Stunde aufreißen.“ (Vergl. hierüber auch die Note Seite 153.)

Art der Arbeit.	Tägliche Leistung. Hektaren.	Kohlenverbrauch pro Hektar. Kilogramm.
Pflügen 0.35—0.40 Meter tief	3 bis 4.5	400 bis 500
Pflügen 0.20—0.25 „ „	5 „ 7.5	300 „ 400
Grubbern 0.35—0.40 „ „	5 „ 7.5	300 „ 400
Grubbern 0.18—0.25 „ „	8 „ 14	200 „ 300
Grubbern 0.10—0.13 „ „	15 „ 20	100 „ 200
Eggen	15 „ 20	80 „ 100

Bei dem Umkreisungssysteme dürfen folgende Angaben als Mittelwerthe angenommen werden:

Pflügen 0.24 Meter tief, Tagesleistung 2.2 Hektaren, Kohlenverbrauch pro Hektar 550 Kilogramm.

Pflügen 0.18 Meter tief, Tagesleistung 2.5 bis 3 Hektaren, Kohlenverbrauch pro Hektar 300 bis 350 Kilogramm.

Bei diesen Angaben sind selbstverständlich die Zeitverluste, welche durch das Wenden der Geräthe und Umsetzen der Apparate entstehen, mit in Berücksichtigung gezogen worden.

Die Betriebskosten des Dampfpfluges können nur mit Zugrundelegung specieller Daten über den Preis der Apparate, die Zahl der jährlichen Arbeitstage, die Höhe der Arbeitslöhne und Kosten des Brennmaterials bestimmt werden. Im Allgemeinen sind bei der Berechnung der Betriebskosten folgende Umstände zu berücksichtigen:

An Zins, Amortisation und Reparaturen werden in der Regel 20 Procent des Anschaffungswerthes gerechnet. Es specificirt sich dieser Betrag als 6 Procent für Verzinsung, 9 Procent für Amortisation und 5 Procent für Reparaturen. Eine Amortisationsrente von 9 Procent entspricht sicher der thatsächlichen Dauer der Apparate, vorausgesetzt, daß die Construction und technische Ausführung eine gute Erhaltung derselben gestatten. Speciell eine Anzahl von Dampfpflügen des Zweimaschinensystemes arbeitet jetzt bereits 8 und 10 Jahre, so daß man, da die Fabrikanten sich bemühen, die Constructionen immer solider herzustellen, keine höhere Amortisationsrente als 9 Procent anzusetzen braucht. Ebenso genügen nach den vorliegenden Erfahrungen 5 Procent für Reparaturen: die kostspieligsten Erneuerungen sind der Ersatz des Drahtseiles, etwa in jedem zweiten Jahre (Preis 1800 bis 2150 Mark) und das Einsetzen neuer Feuerbuchsen in die Locomotivkessel nach vier- bis fünfjährigem Betriebe. Kleinere Reparaturen, welche namentlich wegen der hierdurch verursachten Zeitverluste von Nachtheil sind, können durch Beschaffung einer hinlänglichen Zahl von Ersatztheilen möglichst vermieden werden. Oft ist

es zulässig, die abzuschreibenden 20 Procent für Zins, Amortisation und Reparaturen derartig zu trennen, daß von den Motoren nur die Hälfte auf Dampfpflugconto, die zweite dagegen auf ein anderes, z. B. Dreschmaschinenconto übertragen wird, falls die Maschinen außer zum Pflügen noch entsprechende anderweitige Verwendung finden.

Die effective Anzahl der erforderlichen Arbeiter ist stets höher als die Zahl der unbedingt erforderlichen anzusetzen, da erfahrungsmäßig mit der Zahl der anzustellenden Arbeiter nicht gekargt werden darf, wenn die Leistung möglichst hoch ausfallen soll. Für das Zweimaschinensystem sind vier Arbeiter und zwei Jungen zur Handhabung der Seilträger in Rechnung zu setzen.

Für die Wasserzufuhr sind bei letzterem zwei Wagen erforderlich, welche bei geringer Entfernung des Dampfpfluges von dem Entnahmeorte des Wassers schwach, bei großer Entfernung angestrengt beschäftigt sind. Bei dem Umkreisungssysteme, namentlich, wenn eine gewöhnliche landwirthschaftliche Locomobile verwendet wird, genügt ein Wasserwagen.

Für Oel, Talg und Dichtungsmaterial genügen pro Tag erfahrungsmäßig 2 Mark bei dem Zweimaschinensysteme; der gleiche Betrag ist aber auch bei dem Umkreisungssysteme einzustellen, da bei diesem, trotzdem nur eine Locomobile in Verwendung kommt, wegen der continuirlichen Thätigkeit derselben und der großen Anzahl von Rollen u. s. w. für die Seilleitung der Verbrauch an Schmiere nicht geringer ausfällt.

Die jährliche Betriebsdauer des Dampfpfluges wird sich in günstigen Fällen auf 120 Tage, gewöhnlich jedoch nur auf 100 Tage ergeben.

Danach würde sich die Berechnung der täglichen Kosten für das Tief- und Flachpflügen mit einem Dampfpfluge des Zweimaschinensystemes, dessen Anschaffungskosten 42,000 Mark betragen, bei 100 jährlichen Arbeitstagen nach folgendem Schema ausführen lassen[1]):

I. Tiefpflügen auf 0.35 Meter.

Leistung pro Tag 3 Hektaren.

Zins, Amortisation und Reparaturen, 20 Proc. von 42,000 Mark, auf 100 Tage vertheilt	Mark	84	—	Pf.
Kohlen 1500 Kilogr., zum Preise von 30 Mark pro 1000 Kilogr.	„	45	—	„
Arbeitslohn {125 Tage 4 Mann, 3 à 3, 1 à 2 Mark; 100 „ 2 Jungen à 1 Mark} = 1575 Mk.	„	15	75	„
Wasserzufuhr mit 2 Wagen	„	12	—	„
Oel, Talg und Dichtungsmaterial	„	2	—	„
Zusammen	Mark	158	75	Pf.

Die Kosten pro Hektar ergeben sich demnach auf 52.92 oder rund 53 Mark.

1) Selbstverständlich unter Einsetzung der den jedesmaligen localen Verhältnissen entsprechenden Werthe für die Arbeitslöhne und die Kosten des Brennmaterials.

II. Flachpflügen auf 0.25 Meter.

Leistung pro Tag 6 Hektaren.

Zins, Amortisation und Reparaturen wie oben	Mark	84 —	Pf.
Kohlen 2400 Kilogramm	"	72 —	"
Arbeitslohn wie oben	"	15 75	"
Wasserzufuhr mit 2 Wagen	"	12 —	"
Oel, Talg und Dichtungsmaterial	"	2 —	"
Zusammen	Mark	185 75	Pf.

Die Kosten pro Hektar betragen somit 30.96 oder rund 31 Mark.

Die wirthschaftlichen Erfolge des Dampfpfluges lassen sich keineswegs nach den Kosten der Arbeit, im Vergleiche mit den Kosten der Spannpflüge beurtheilen, weßhalb von dem Versuche, eine derartige Parallele aufzustellen, Abstand genommen wird. Die Resultate sind vielmehr in den Ergebnissen der besseren Bodenbearbeitung, und zwar in den allgemein constatirten höheren und vor Allem gesicherteren Ernteerträgen zu suchen sowie in der günstigen Einwirkung, welche der an rechter Stelle benutzte Dampfpflug auf den ganzen Wirthschaftsbetrieb äußert. Die wichtigsten Erfolge der Dampfbodencultur ergeben sich aus folgenden Thatsachen:

1) Der Dampfpflug ermöglicht eine Tiefcultur, wie sie die Spanncultur nicht zu liefern im Stande ist. Wo eine tiefe Bearbeitung des Bodens angezeigt ist, hat der Dampfpflug stets, wenn sonst die Verhältnisse die Anwendung desselben zuließen, die glänzendsten Erfolge erwiesen. Der Boden erhält bis zu einer Tiefe von 0.35 bis 0.40 Meter eine durchaus gleichmäßige Lockerung, so daß die Pflanzenwurzeln sich in dem nun aufgeschlossenen Boden verbreiten und aus einem erweiterten Bodenbereiche ihre Nahrung heranziehen können. In trockener Jahreszeit hält der in einen schwammartigen Zustand versetzte Boden die Feuchtigkeit länger an, so daß die Nachtheile einer andauernden Dürreperiode auf Böden, welche zu beträchtlicher Tiefe mittelst Dampfkraft gepflügt wurden, sich niemals in dem Maße geltend machen als bei seichter Pflugarbeit. In nassen Jahren ist dagegen eine schnelle Ableitung des Wassers in den Untergrund ermöglicht. In dieser Weise erhöht die Dampfcultur die Ernteerträge und sichert dieselben, da die wichtigsten Ursachen der Mißernte, zu große Nässe und anhaltende Dürre, keine zu erheblichen Schäden herbeiführen können.

2) Es ist für die Beurtheilung der Qualität der Arbeit ferner zu berücksichtigen, daß mit Einführung der Dampfcultur jeder Fußtritt auf dem Acker vermieden wird. Vier Ochsen am Pfluge verursachen bei einer

Furchenbreite von 0.30 bis 0.35 Meter etwa 360,000 Fußtritte pro Hektar, also pro Quadratmeter etwa 36 Tritte. Die breiten Hufen der Zugthiere kneten und pressen den Boden immer wieder fest zusammen; es entstehen im Boden in unregelmäßigster Vertheilung lockere und feste Stellen, von denen erstere das Wasser festhalten, welches von der festen umgebenden Erde am Abflusse behindert wird.

3) Der Dampfpflug verlängert die Bestellzeit. Im Frühjahre und Spätherbste, wenn wegen der Bodennässe eine Bearbeitung mittelst Spannvieh unmöglich ist, kann der Dampfpflug häufig noch vortrefflich arbeiten. Ebenso ist man im Stande, sogleich nach der Ernte, also zu einer Zeit, in welcher in den meisten Wirthschaften weder Arbeiter noch Spannvieh zum Pflügen verfügbar sind, mit dem Umbrechen der Felder zu beginnen. Daß ein Boden, welcher unmittelbar nach dem Aberntcn den wohlthätigen Einwirkungen der Atmosphäre blos gelegt wird, eine ganz andere physikalische Beschaffenheit und chemische Zusammensetzung erhält, als wenn er bis zum Spätherbste geschlossen liegt, bedarf keiner weiteren Ausführung.

4) Durch Einführung des Dampfpfluges wird eine große Anzahl von Zugthieren überflüssig. Nimmt man die tägliche Leistung des Tiefpfluges, durch Dampf betrieben, auf nur 3 Hektaren an, diejenige des Spannpfluges auf $\frac{1}{3}$ Hektar, so müssen 9 Spannpflüge in Thätigkeit kommen, um die quantitative Leistung des Dampfpfluges zu liefern. Mit vier Ochsen am Pfluge kann, selbst wenn dieselben Mittags gewechselt werden, bei Weitem noch nicht die gleich vortreffliche Arbeit erzielt werden wie mit Dampfkraft; es sind mithin für eine Arbeit minderer Qualität 72 Ochsen erforderlich. Der Ochse, welcher mehrere Monate vor dem Pfluge geht, nimmt trotz kräftiger Nahrung schwerlich an Gewicht zu, während er, falls er im Stalle verbleibt, bei dem gleichen Futter fett wird und mit p. p. 100 Mark Gewinn verkauft werden kann. Im letzteren Falle behält man noch den Dünger im Stalle, der andernfalls auf den Wegen liegen bleibt.[1])

1) Es sind hier eine Anzahl von Gesichtspunkten, speciell über die Einführung der Dampfpflüge in die Praxis, unerörtert geblieben, deren Behandlung in dem vorliegenden Handbuche zu weit führen würde. Namentlich gehört hierher die Arbeit des Dampfpfluges zur Miethe und die Organisation von Dampfpfluggenossenschaften. Den besten Aufschluß über die hierbei maßgebenden Umstände geben die Schriften: Erfahrungen im Gebiete der Bodencultur mittelst Dampfkraft von R. Töpffer, Heft I—IV; Magdeburg 1872 und 1873 und: Erfahrungen mit Dampfpflügen in Deutschland von Paul Dietrich; Dresden 1872.

Die hier aufgeführten Thatsachen, der practischen Erfahrung entnommen, liefern den Beweis von der hohen Bedeutung der Dampfbodencultur, vorausgesetzt, daß diese an angemessener Stelle und in rechter Weise in Verwendung gebracht wird.

Ende des ersten Bandes.

Das alphabetische Sachregister befindet sich am Schlusse des zweiten Bandes.

Leipzig,
Druck von Hundertstund & Pries.

Glockengöpel von Eckert.

Fig. 1. Seitenansicht.

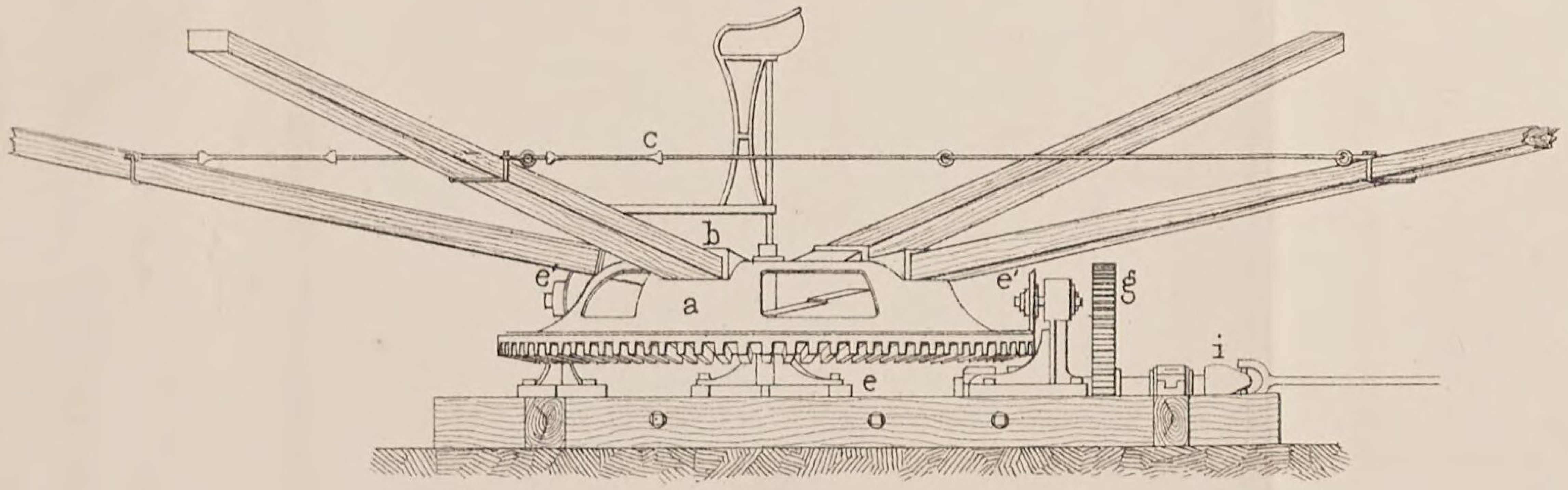
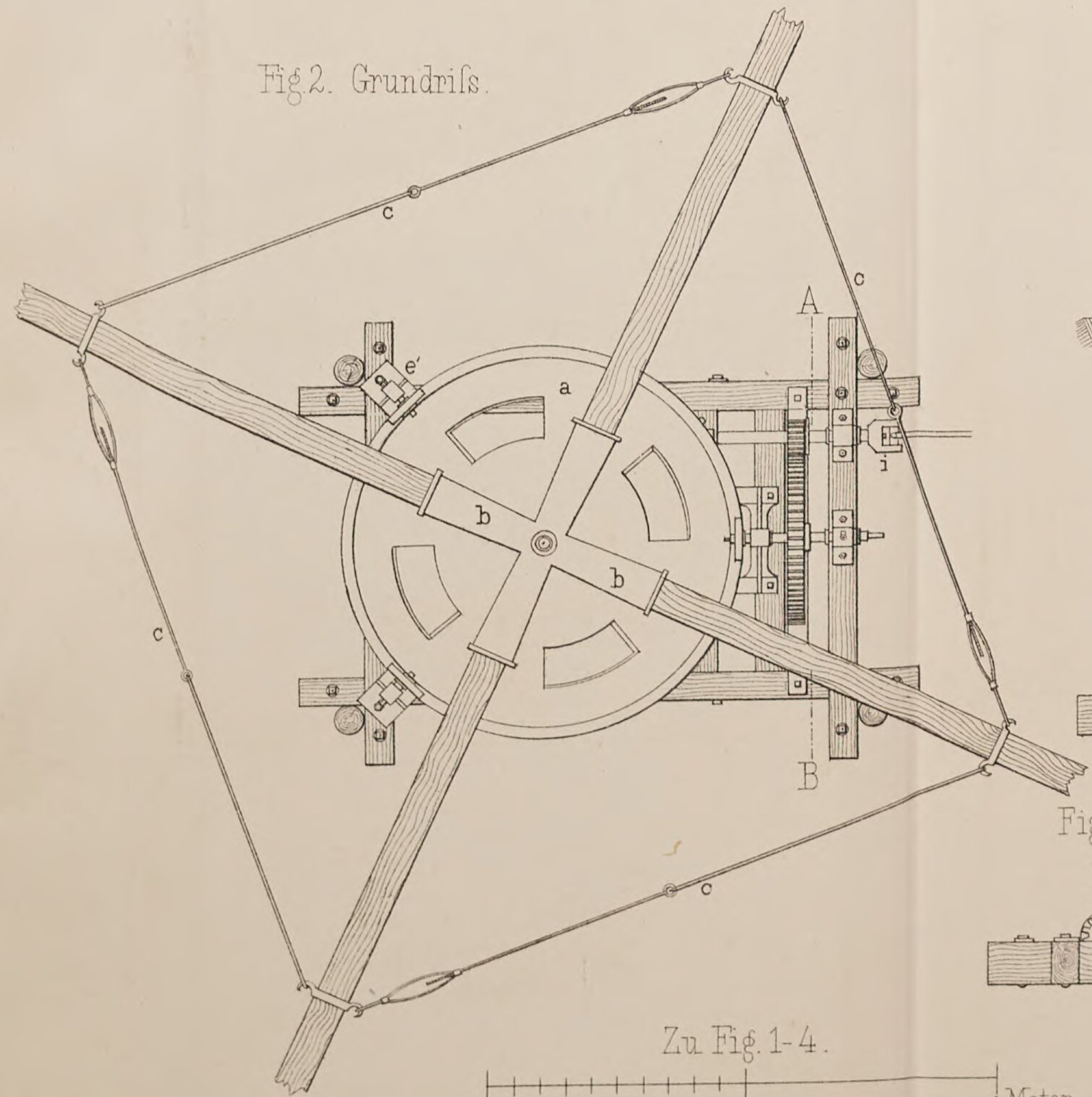


Fig. 2. Grundriſs.



Tretgöpel von Emery.

Fig. 5. Verticalschnitt.

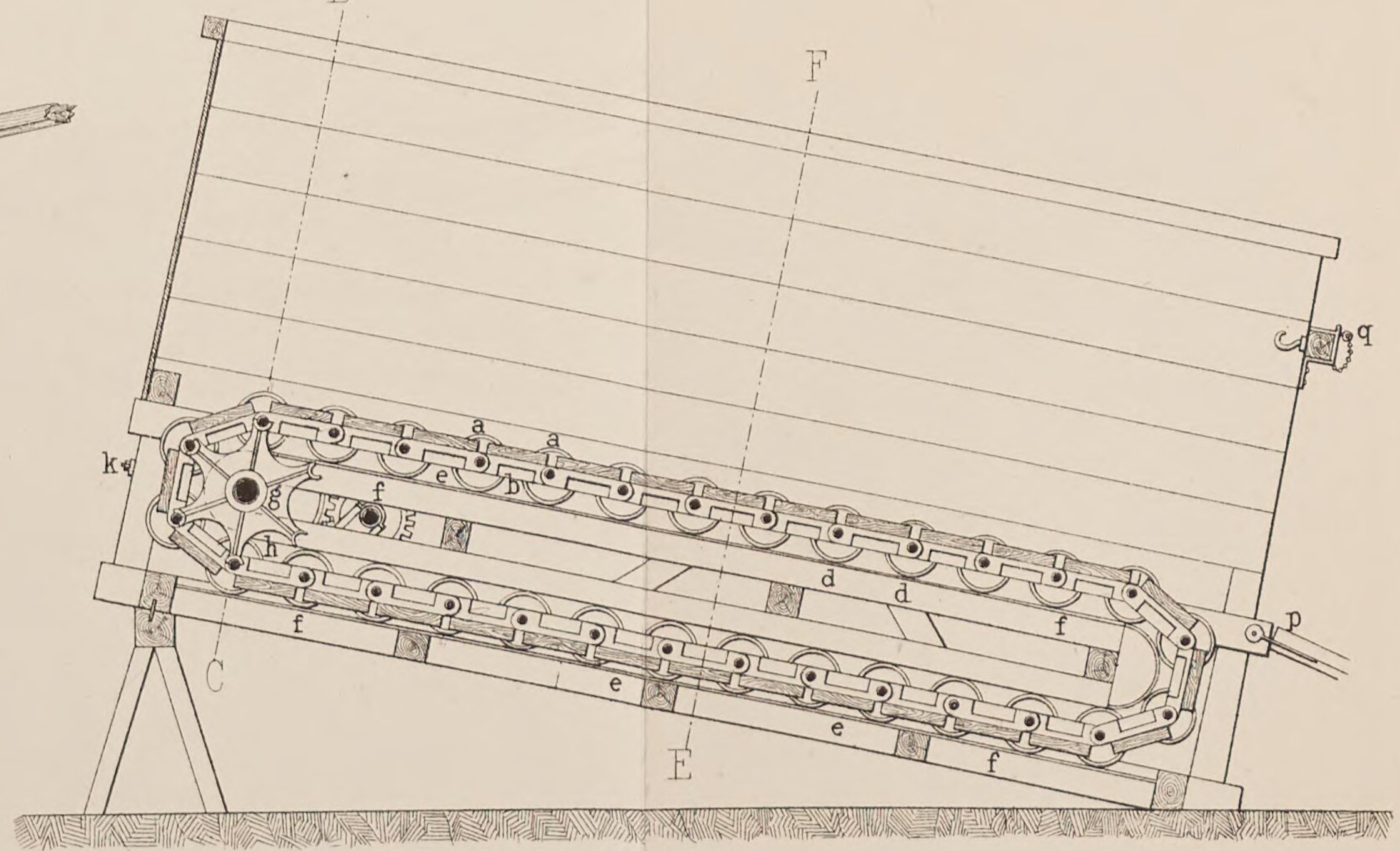


Fig. 3. Verticalschnitt.

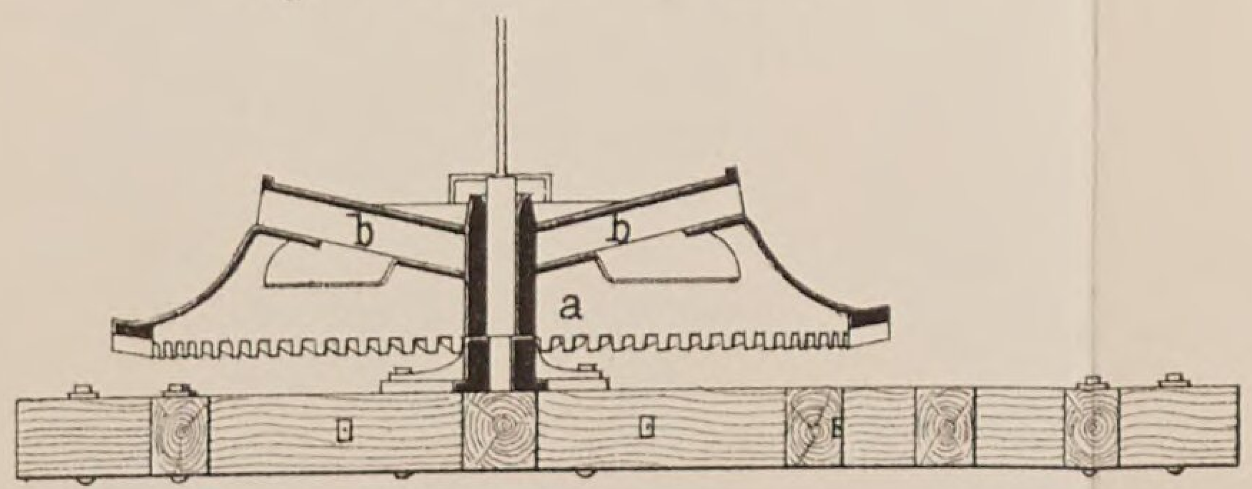


Fig. 4. Schnitt nach A B.

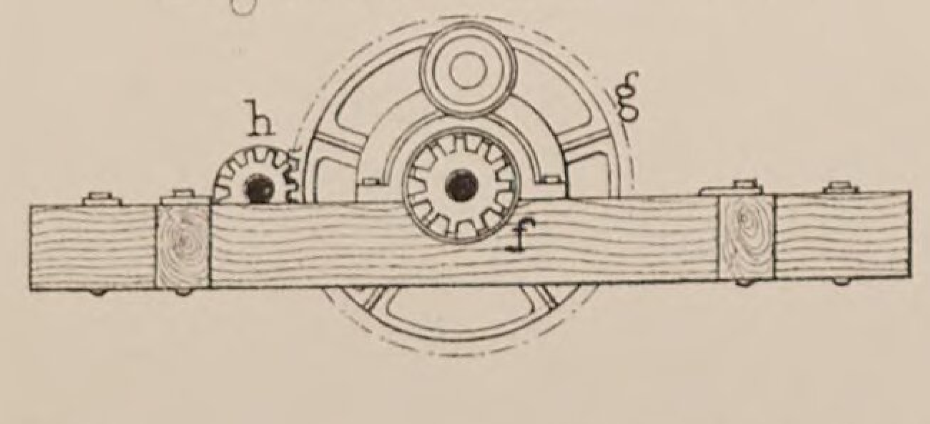
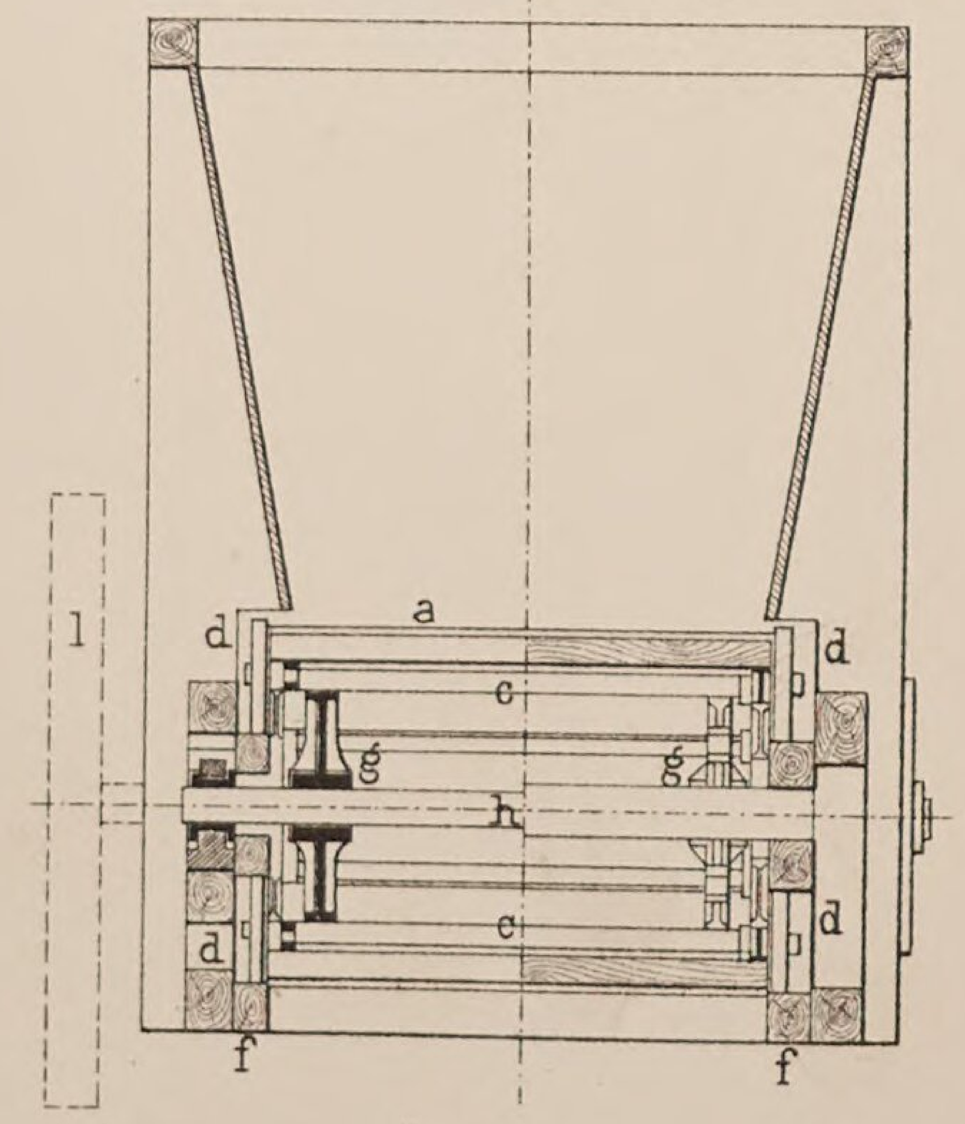


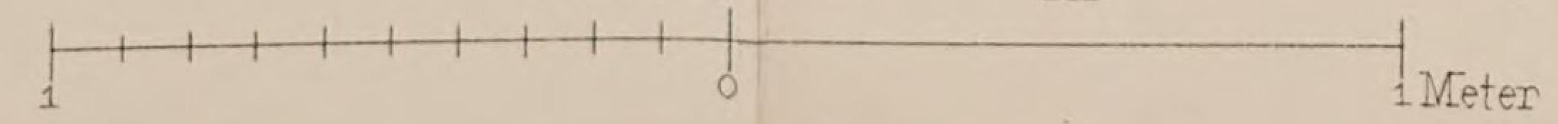
Fig. 6. Schnitt nach C D E F.



Zu Fig. 1-4.

1 0 1 Meter

Zu Fig. 5-6.



Göpel von Albaret.

Fig. 1. Verticalschnitt.

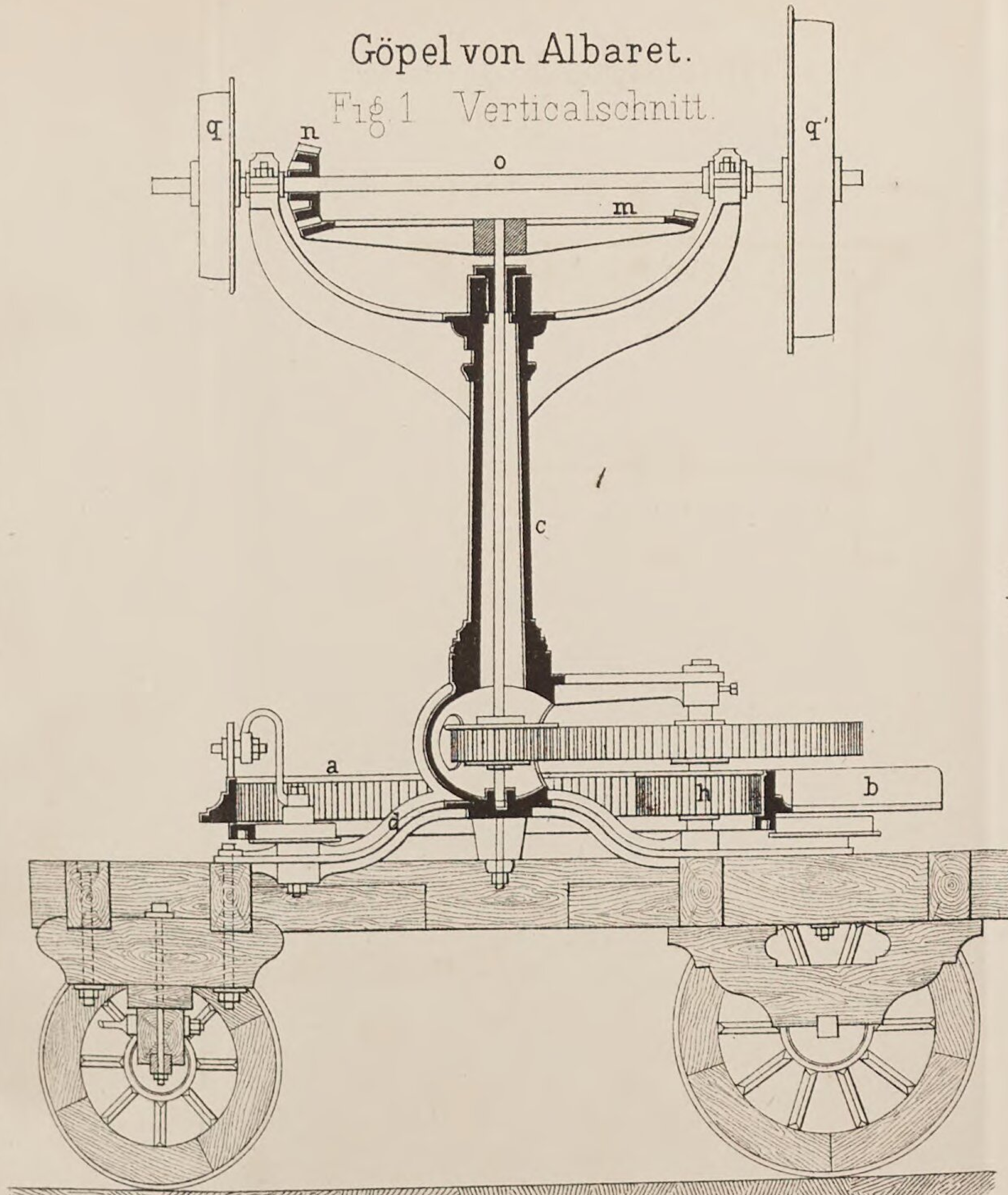
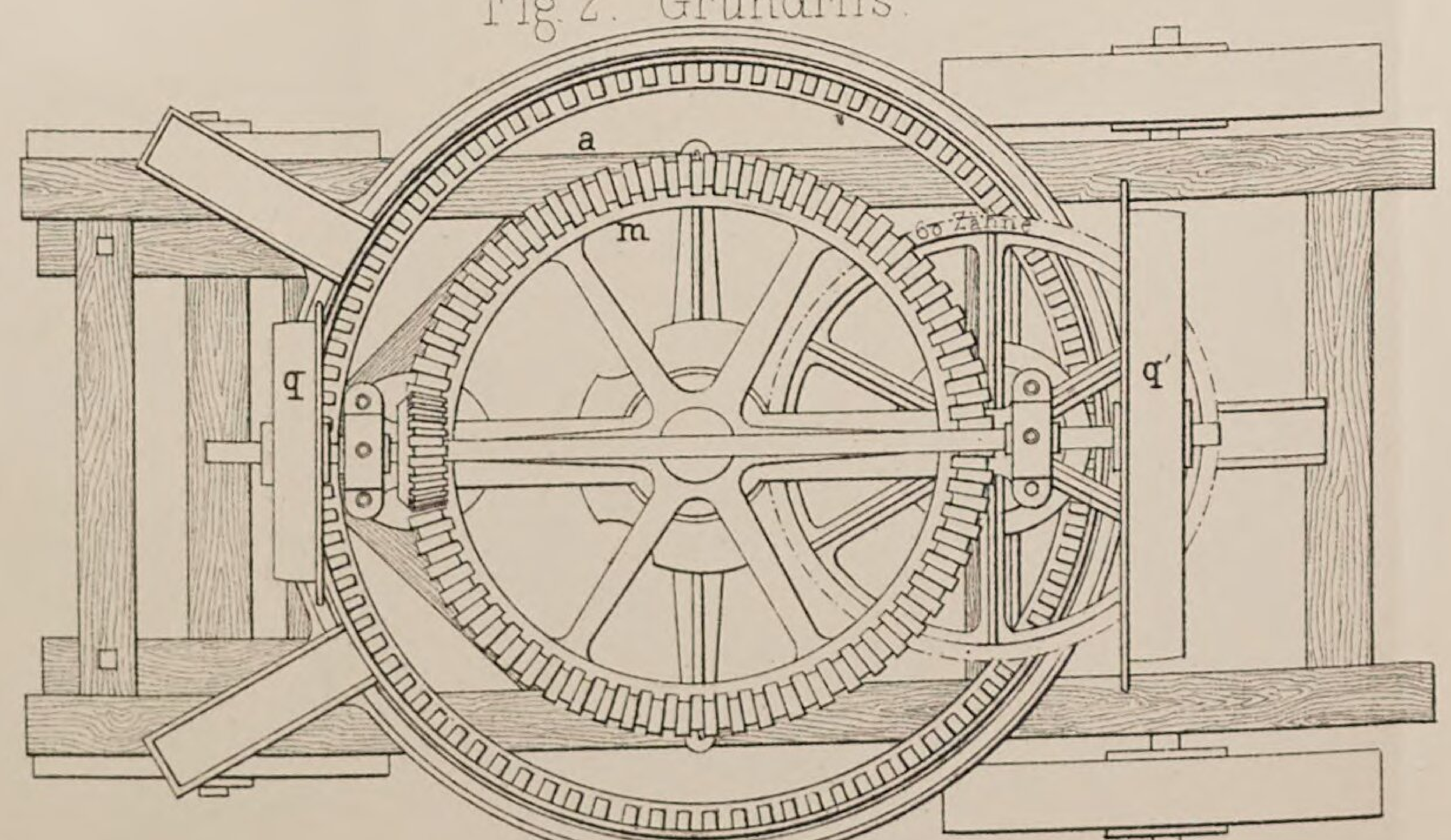


Fig. 2. Grundriſs.



Cylindergöpel.

Fig. 3. Verticalschnitt.

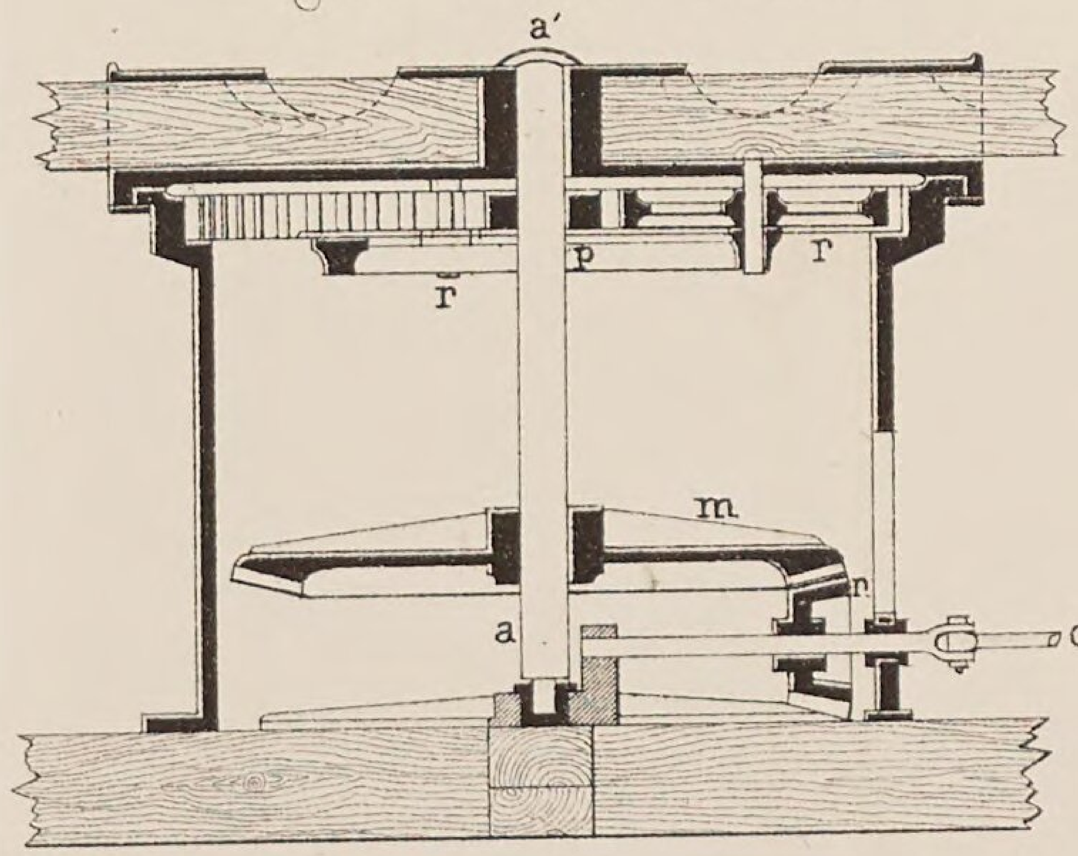
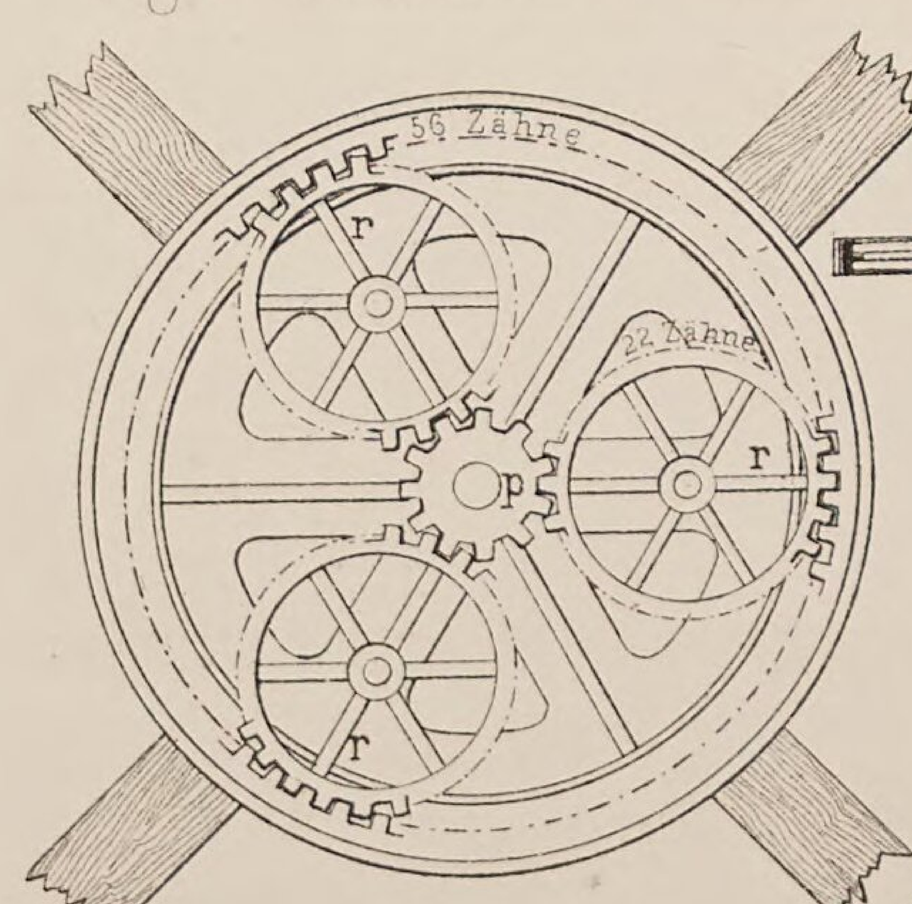


Fig. 4. Grundriſs u. Schnitt.



Göpel von Pinet.

Fig. 5. Verticalschnitt.

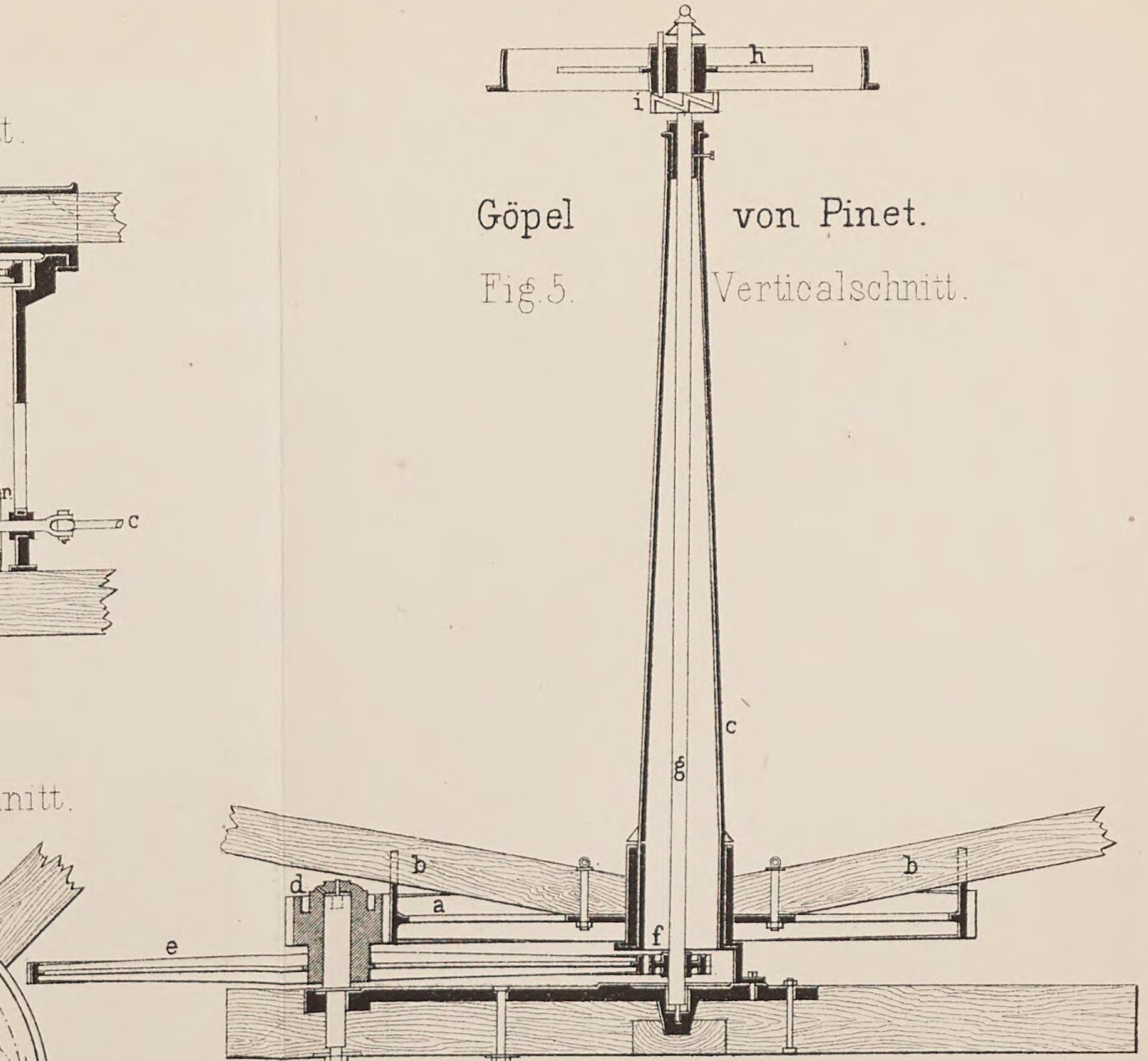
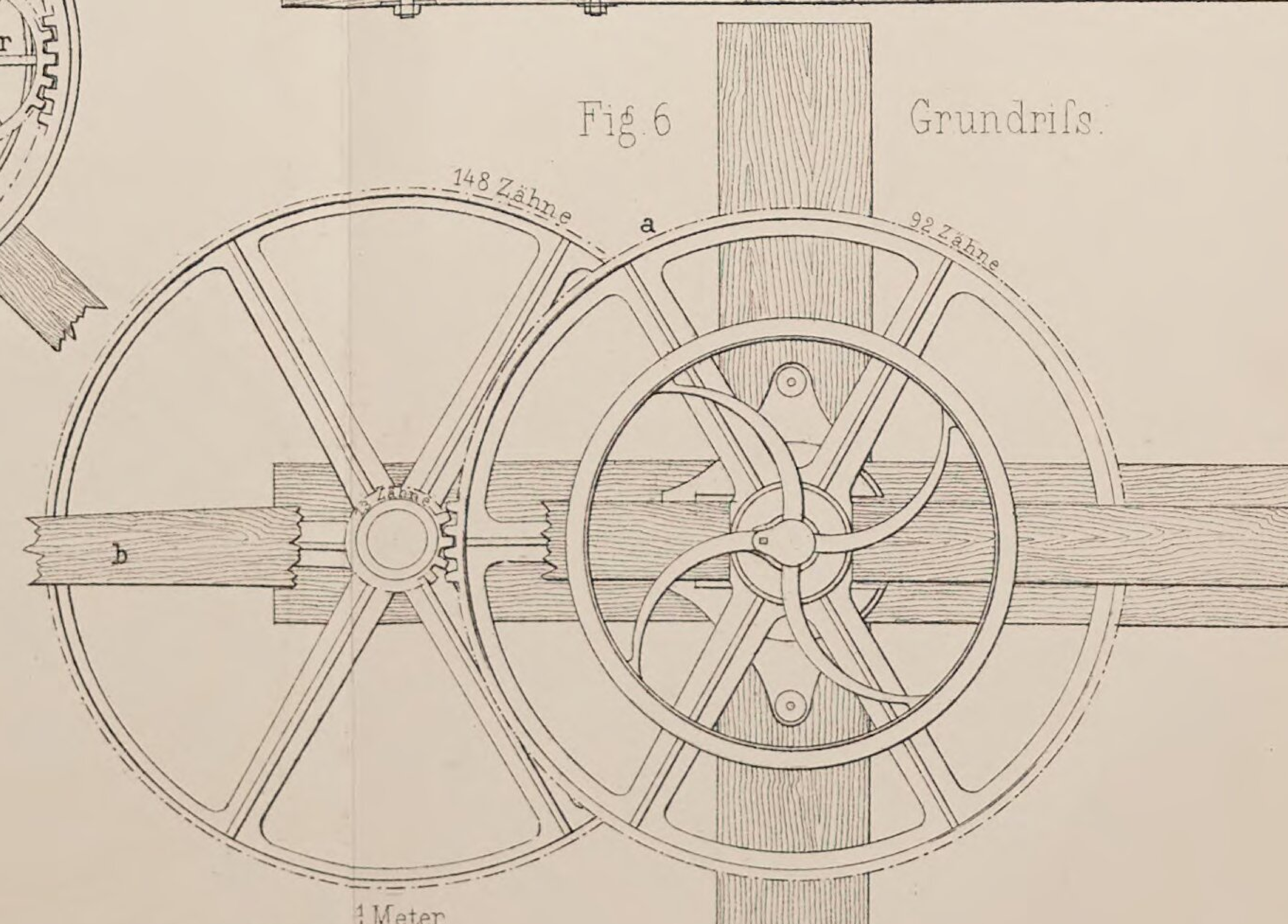


Fig. 6. Grundriſs.



1 0 Meter 1 : 20

Locomobile von Ransomes, Sims & Head.

Fig. 1 Seitenansicht.

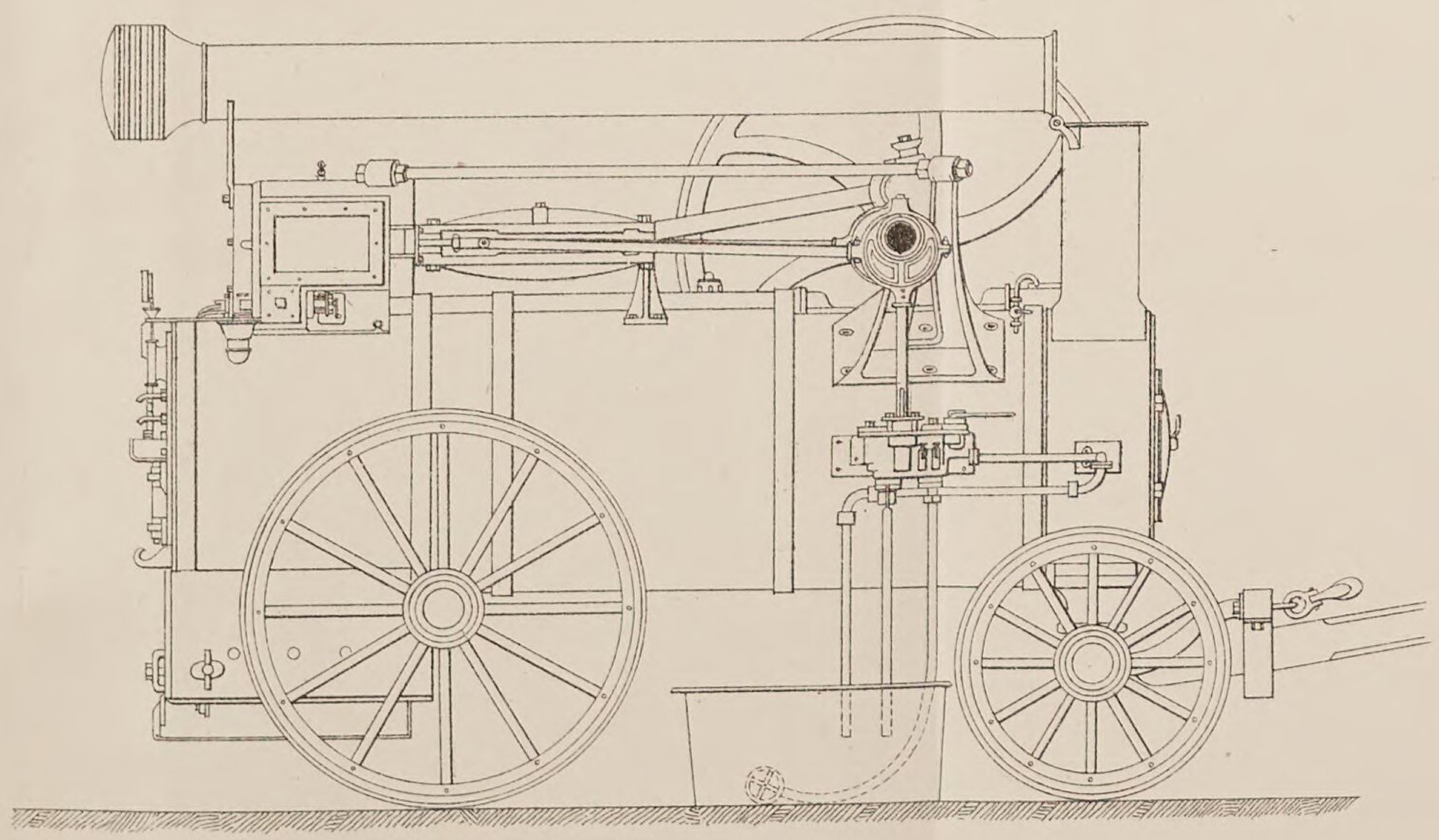
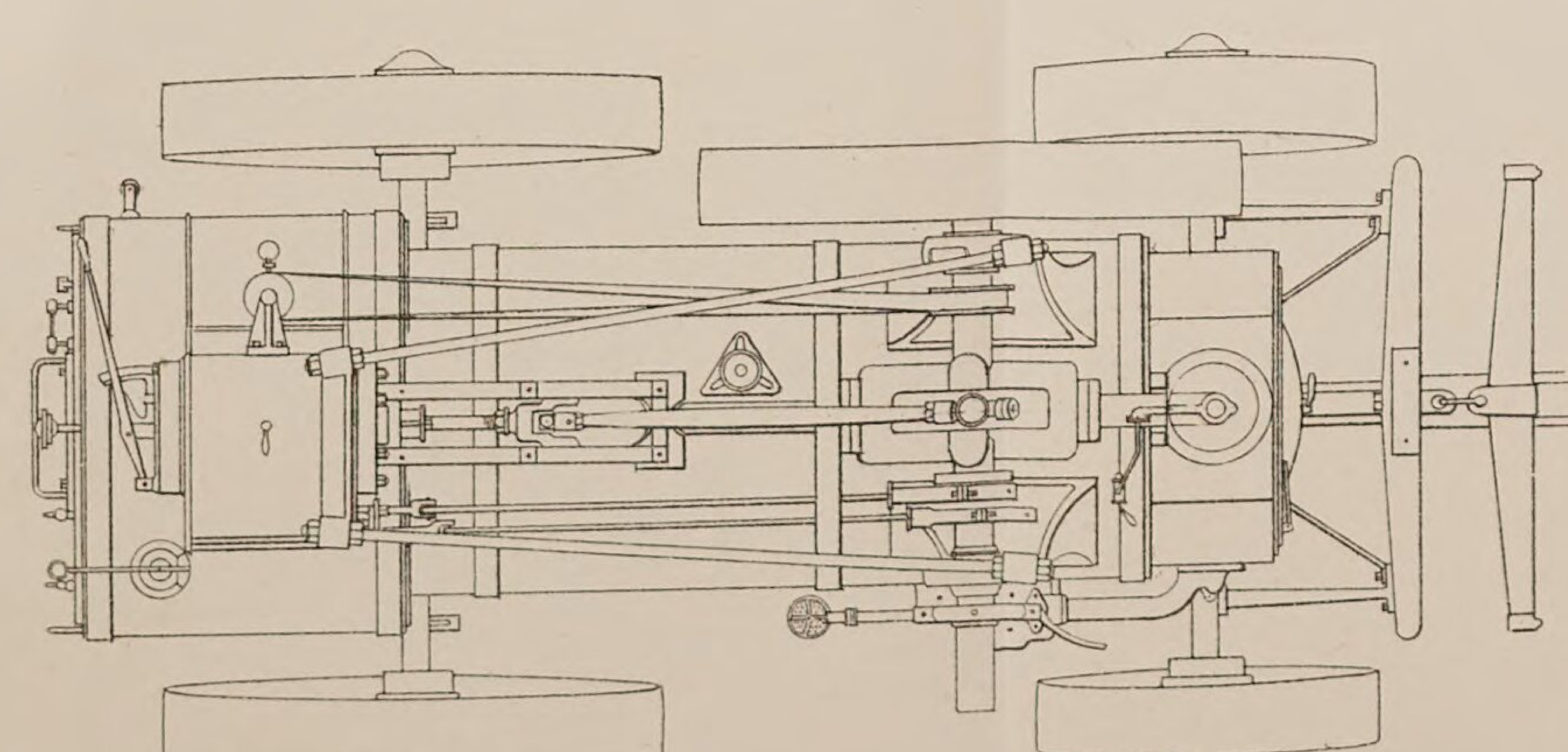


Fig. 2. Grundrifs.



Locomobile von R. Wolf.

Fig. 3. Längenschnitt.

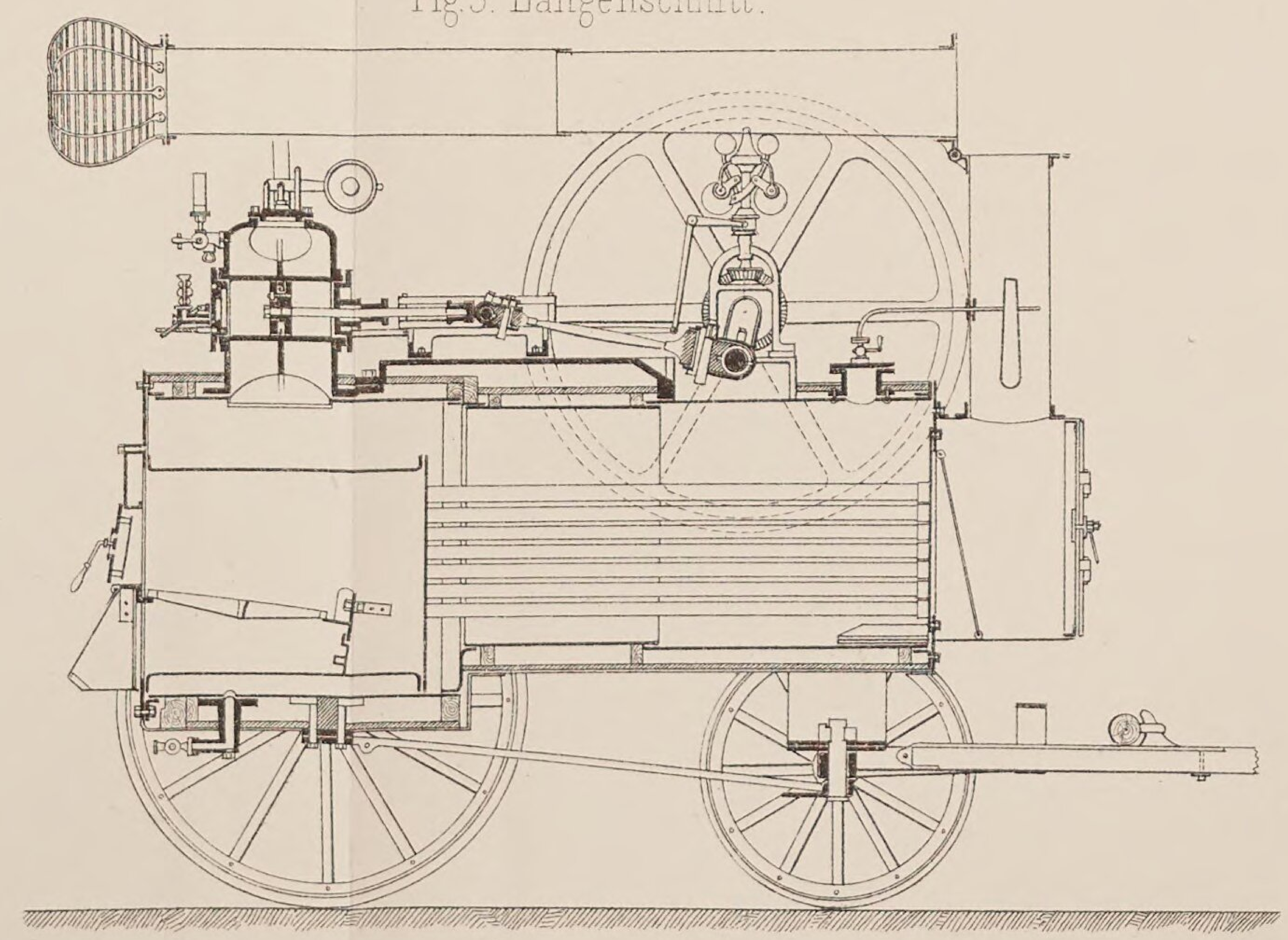
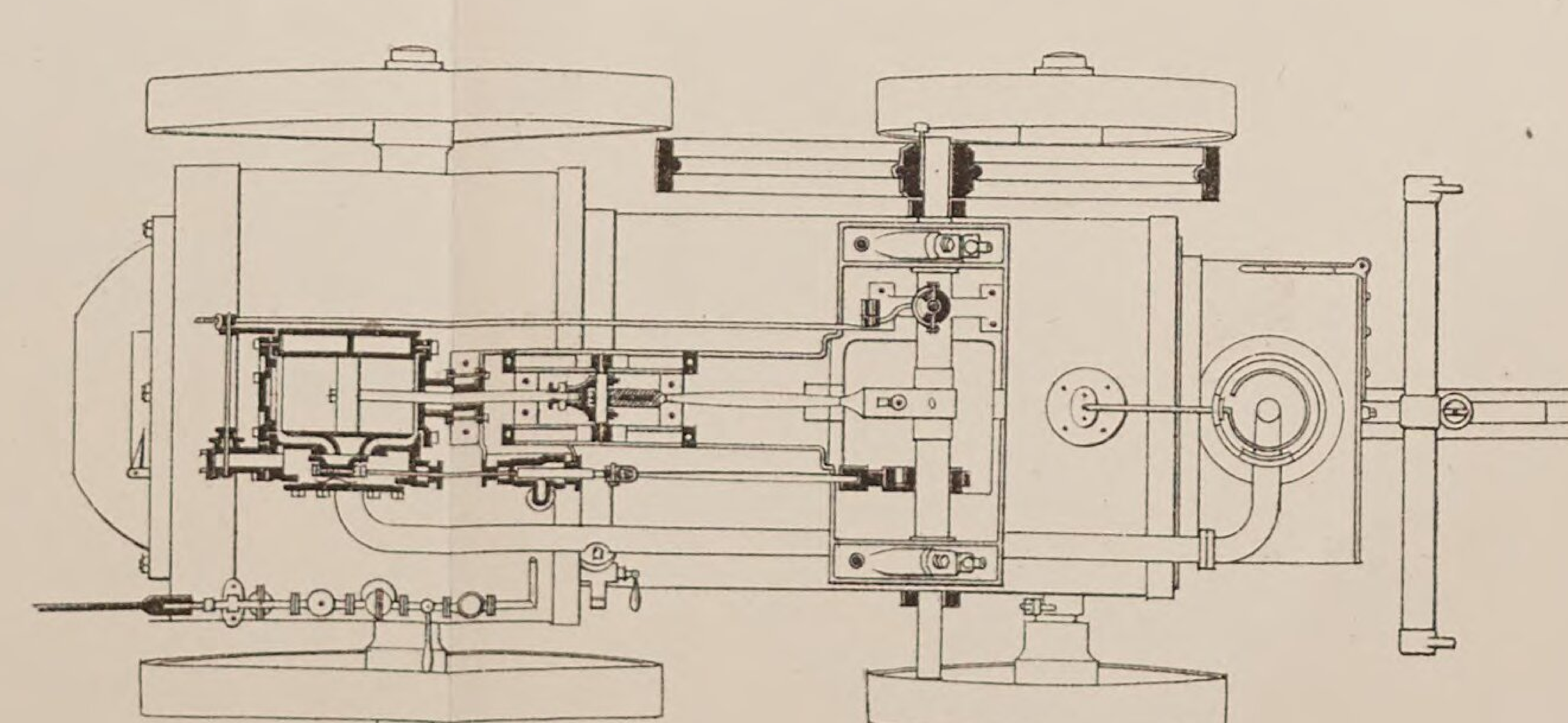
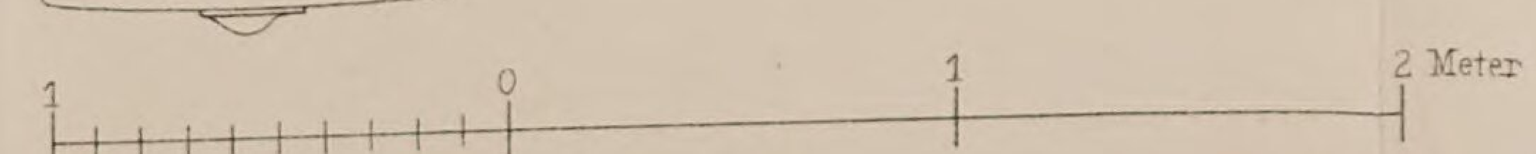
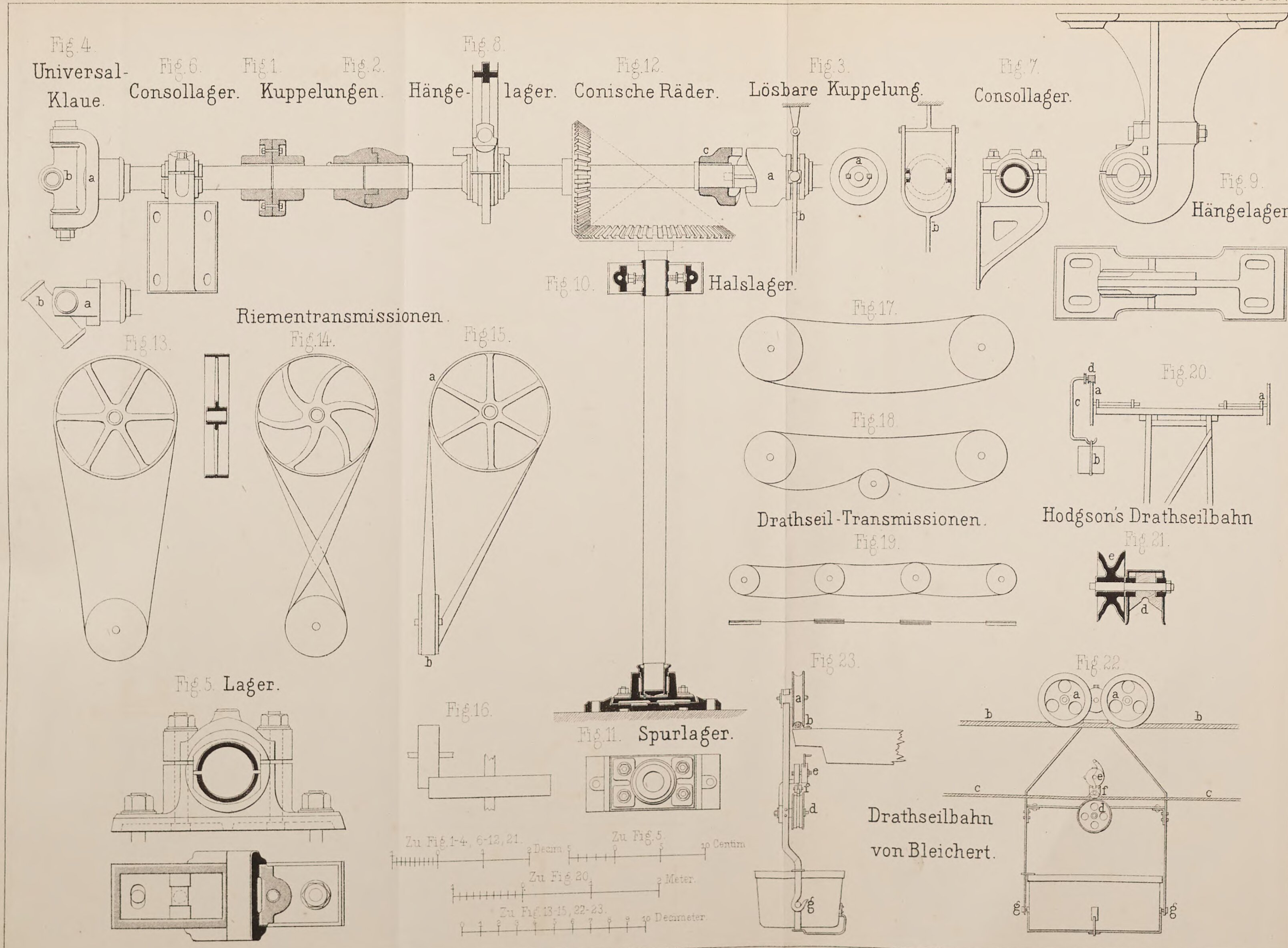


Fig. 4. Horizontalschnitt.





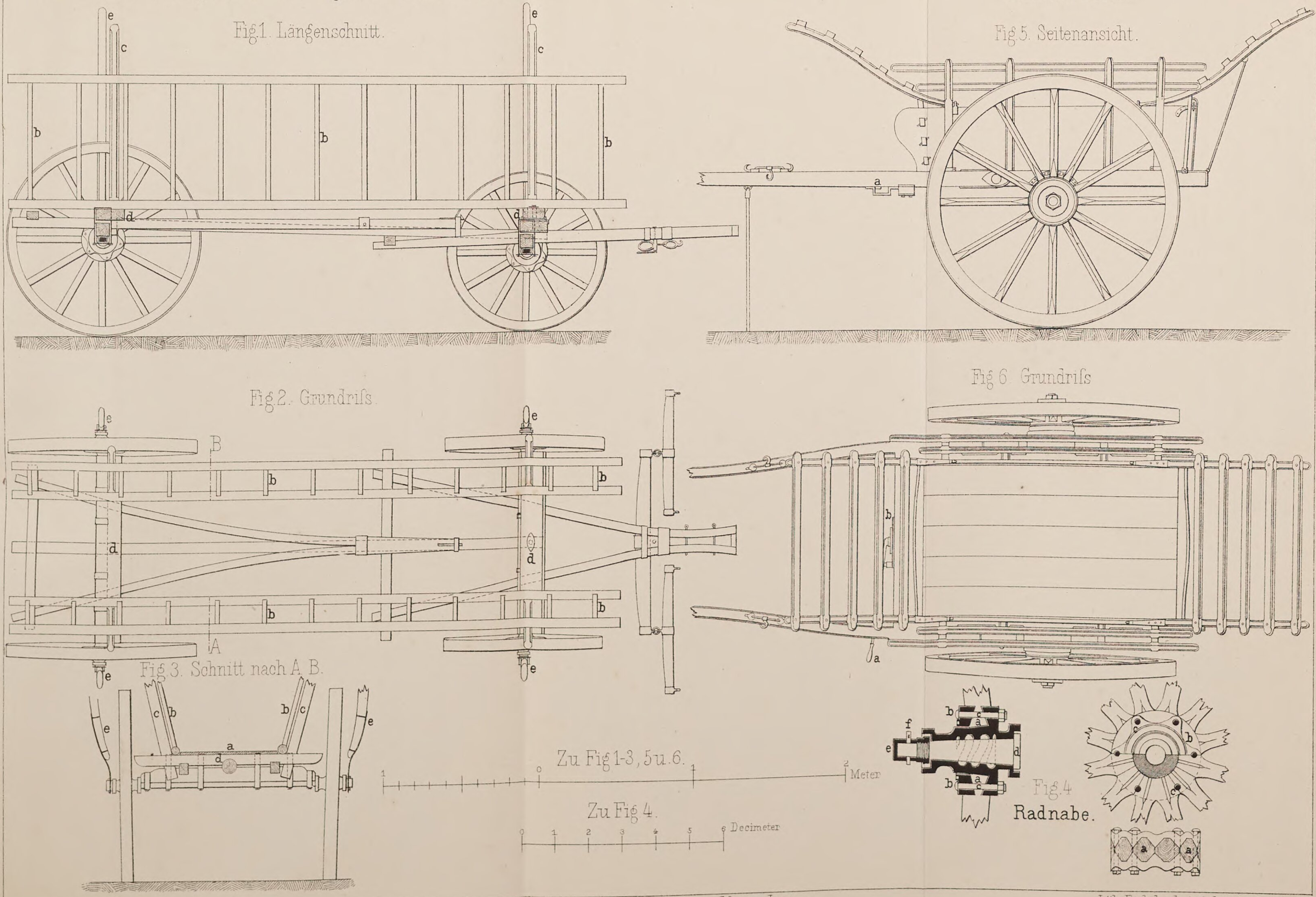
F. Kresnik gez.
Verlag von Hermann Costenoble in Jena
Lith. Eschebach & Schaefer, Leipzig.



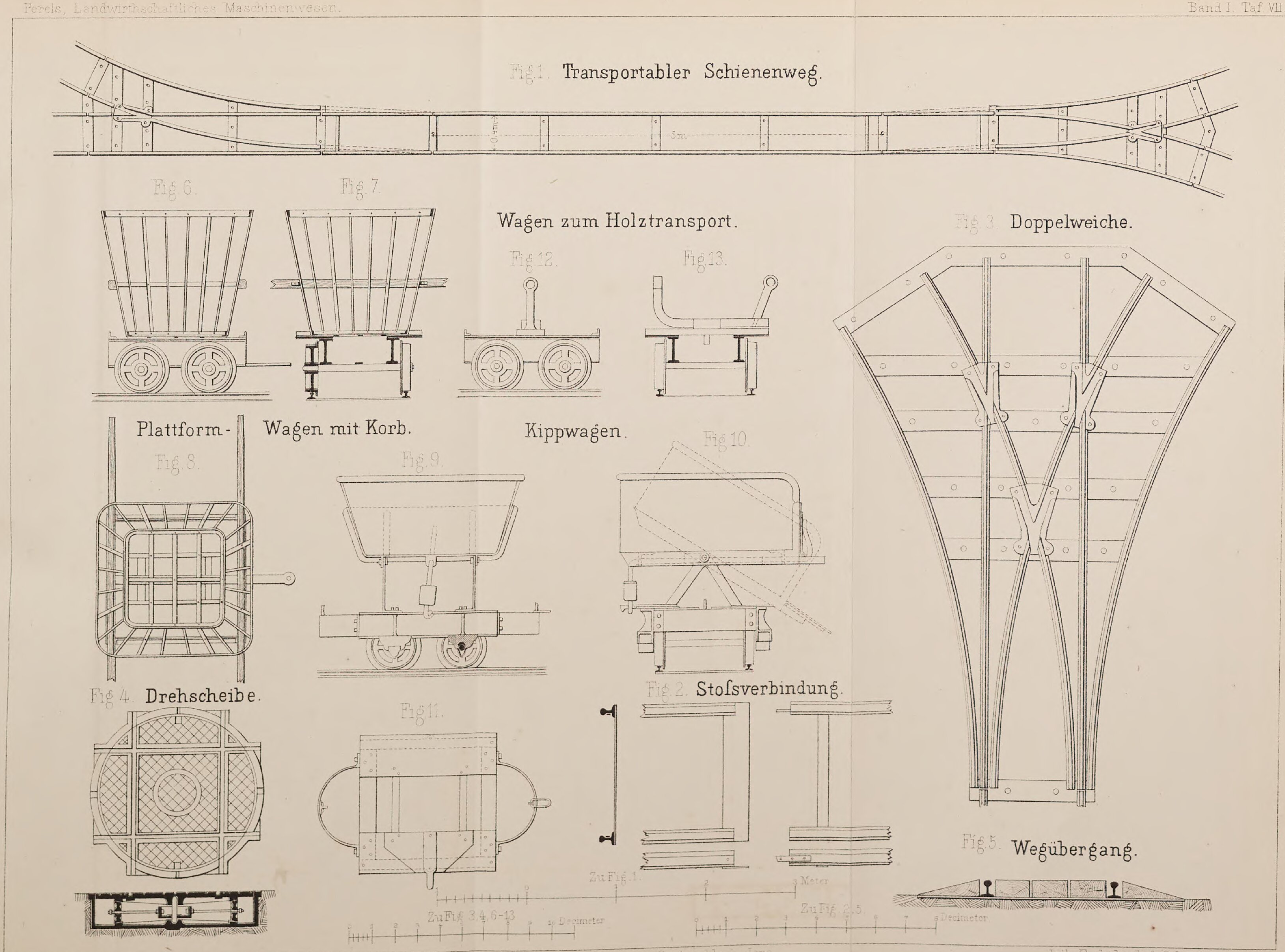
P. Kresnik gez. Verlag von Hermann Costenoble in Jena. Lith. Eschebach & Schaefer, Leipzig

Ackerwagen der Actiengesellschaft H. F. Eckert.

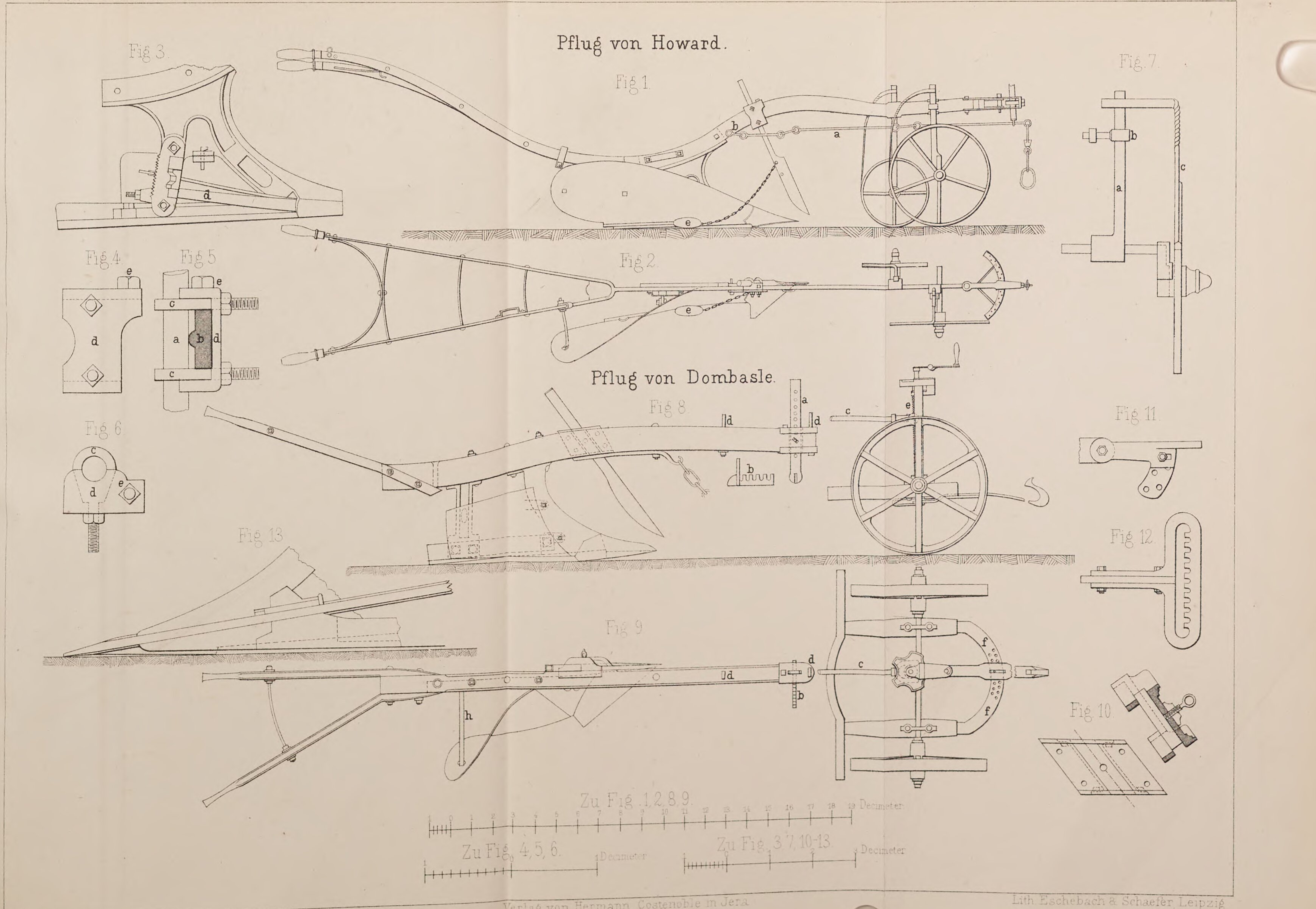
Erntekarren.



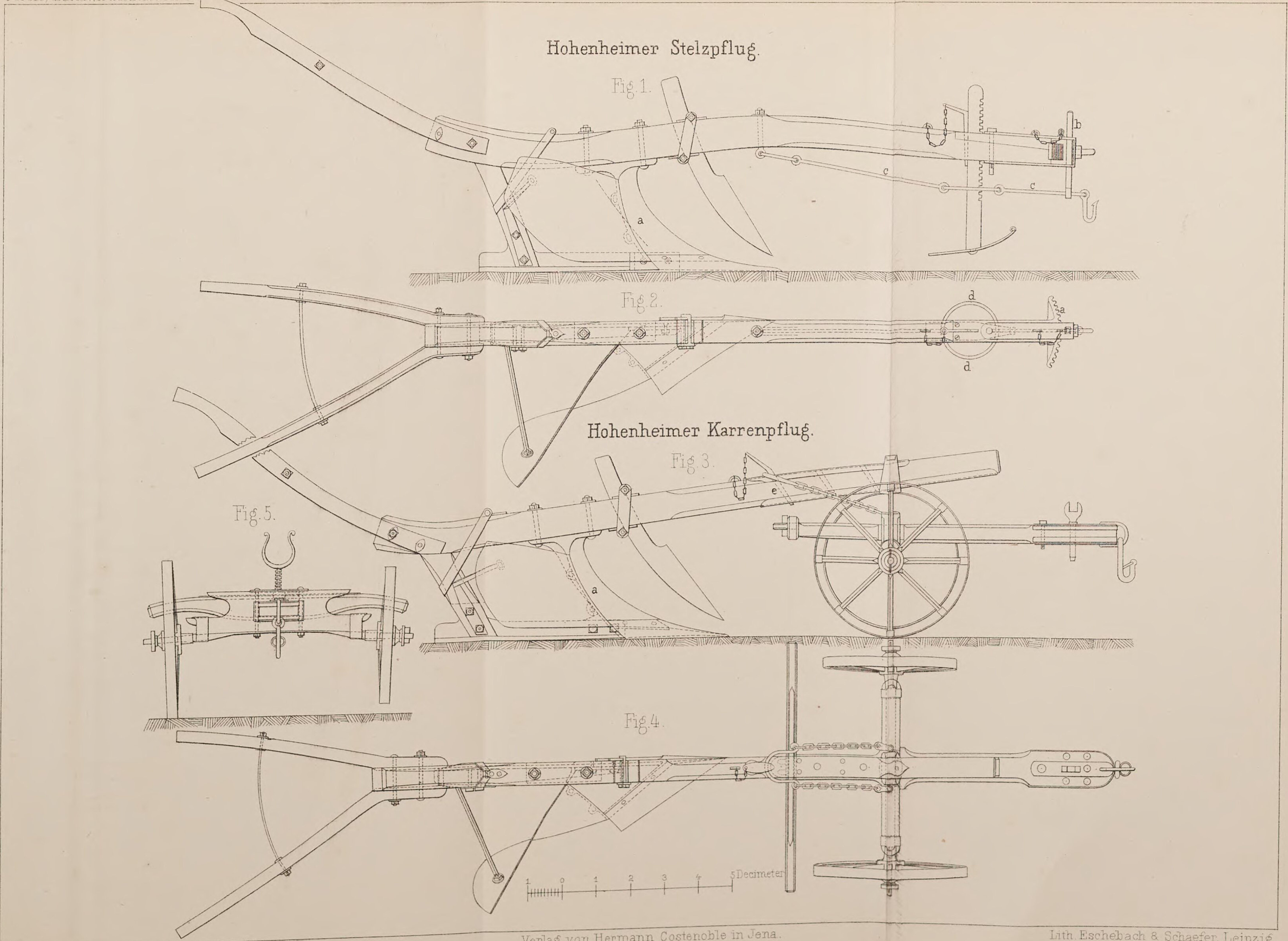
P. Kresnik gez.
Verlag von Hermann Costenoble in Jena.
Lith. Eschebach & Schaefer, Leipzig.



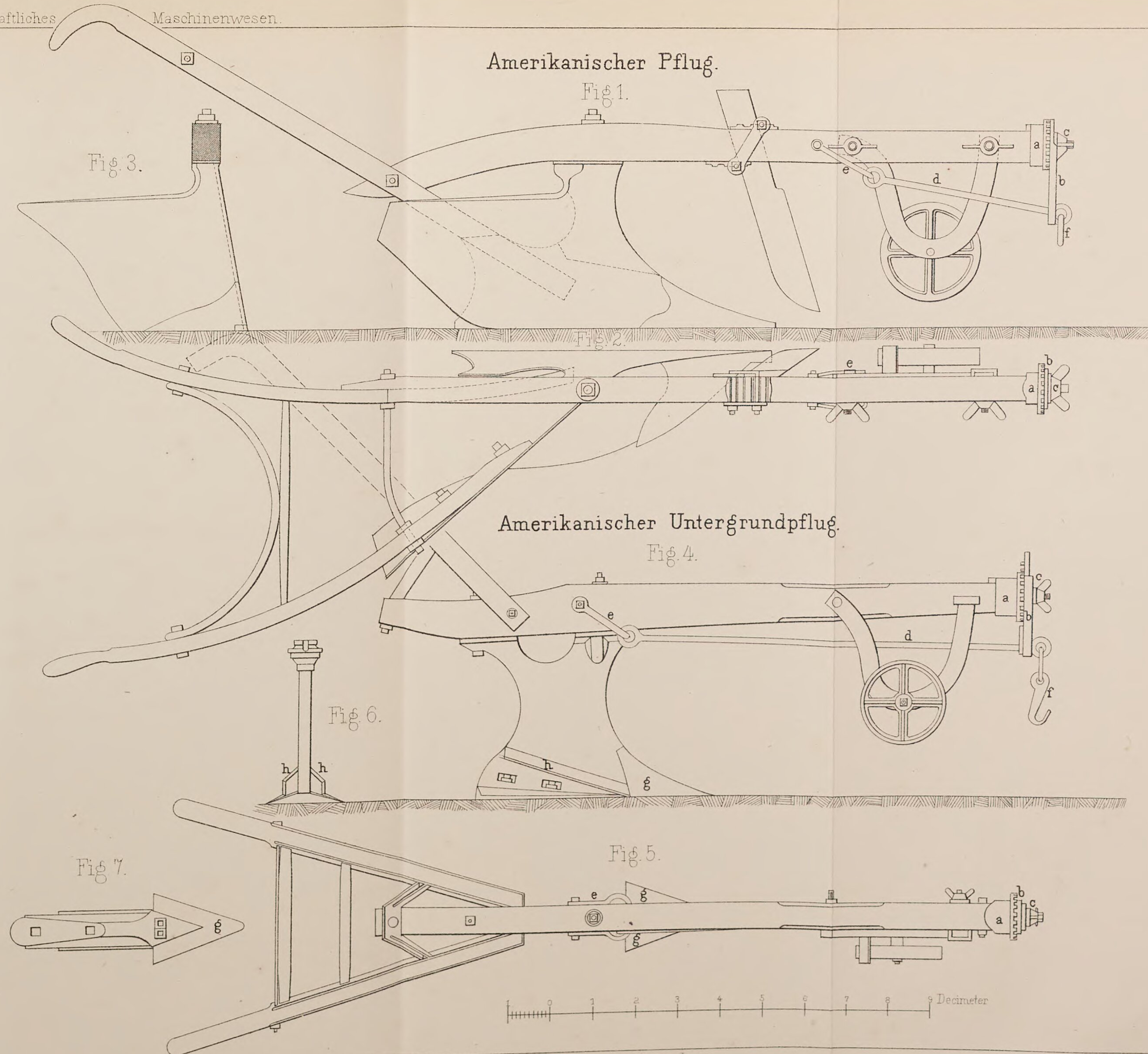
P. Kresnik gez.
Verlag von Hermann Costenoble in Jena.
Lith. Eschebach & Schaefer, Leipzig



P. Kresnik gez.
Verlag von Hermann Costenoble in Jena.
Lith. Eschebach & Schaefer, Leipzig.

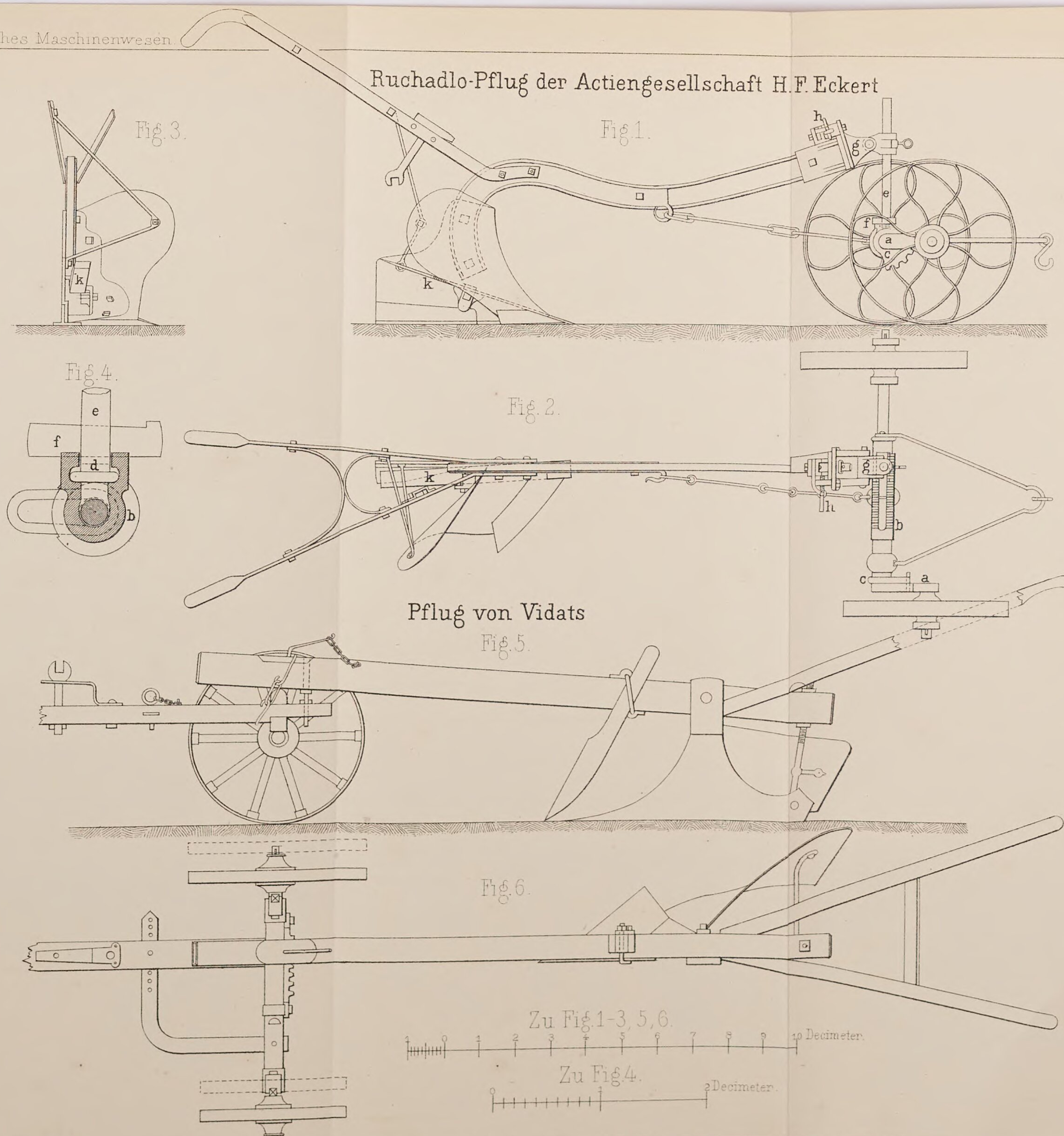


P. Kresnik gez. Verlag von Hermann Costenoble in Jena. Lith. Eschebach & Schaefer, Leipzig.


Amerikanischer Pflug.
Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Amerikanischer Untergrundpflug.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
a
b
c
d
e
f
g
h
Decimeter

Ruchadlo-Pflug der Actiengesellschaft H. F. Eckert

Pflug von Vidats



Grubber von Dombasle.

Traiprain - Grubber.

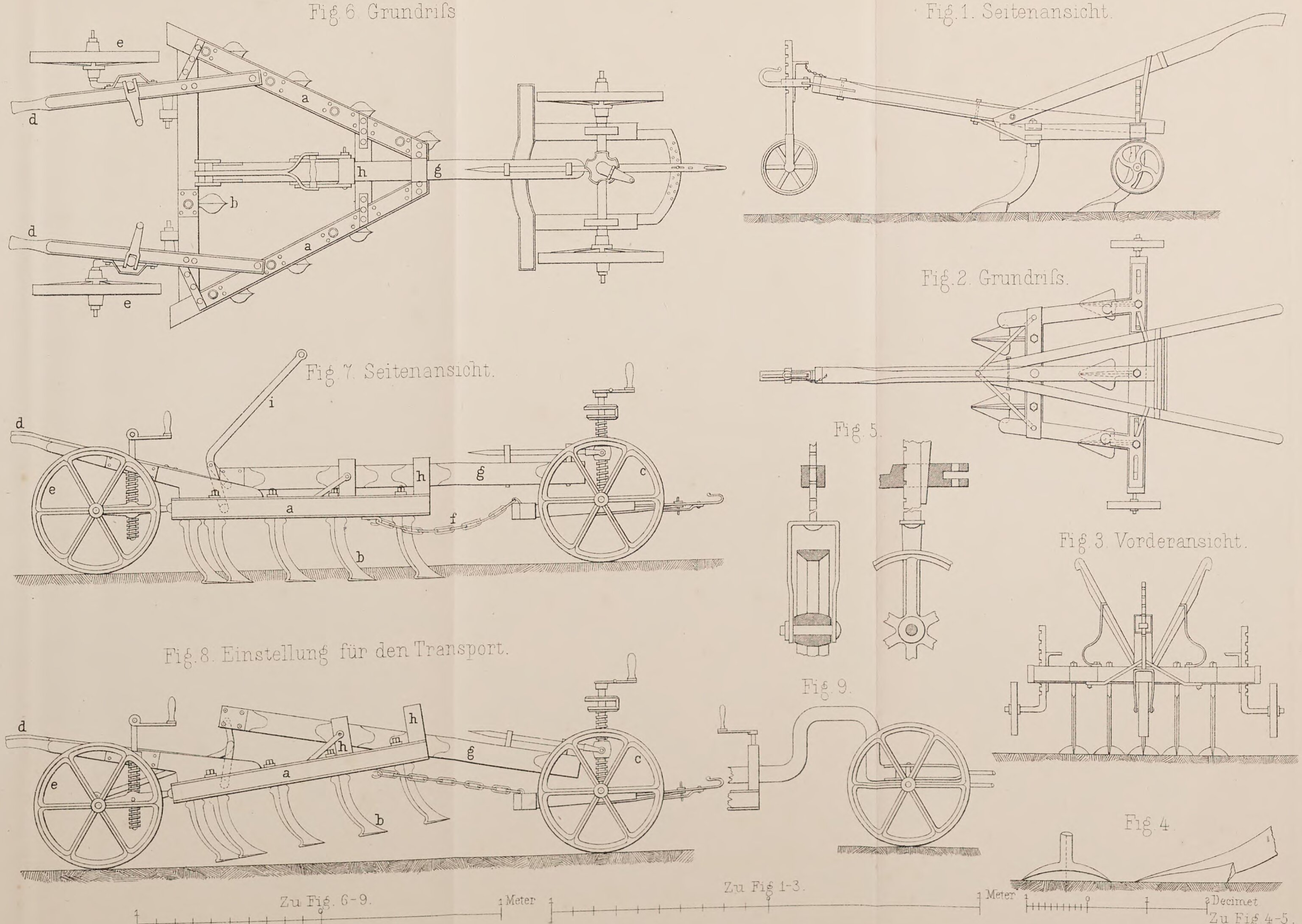


Fig. 6. Grundriß.

Fig. 7. Seitenansicht.

Fig. 8. Einstellung für den Transport.

Fig. 9.

Fig. 1. Seitenansicht.

Fig. 2. Grundriß.

Fig. 3. Vorderansicht.

Fig. 4.

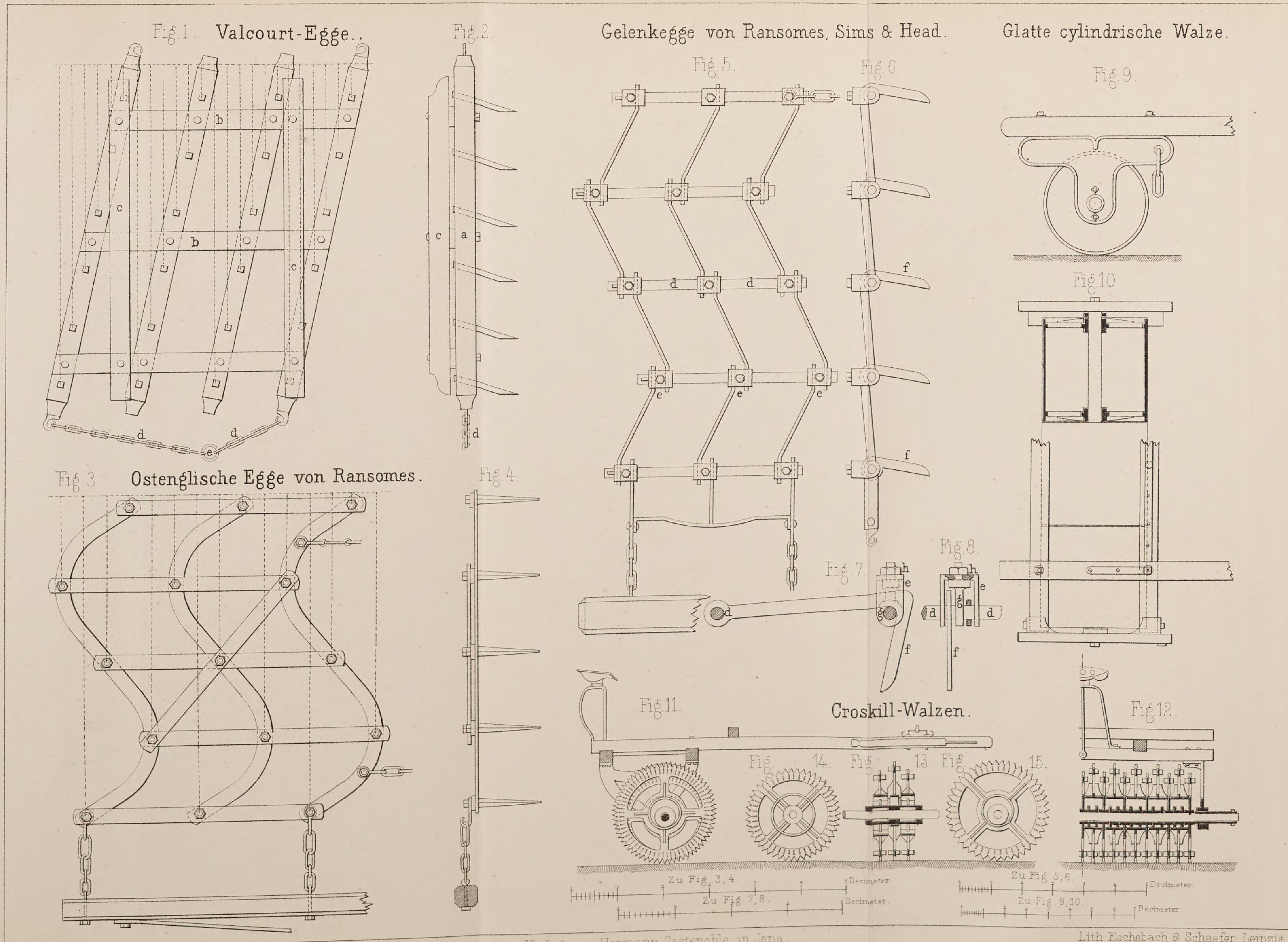
Fig. 5.

Zu Fig. 6-9. 1 Meter

Zu Fig. 1-3. 1 Meter

1 Decimet. Zu Fig. 4-5.

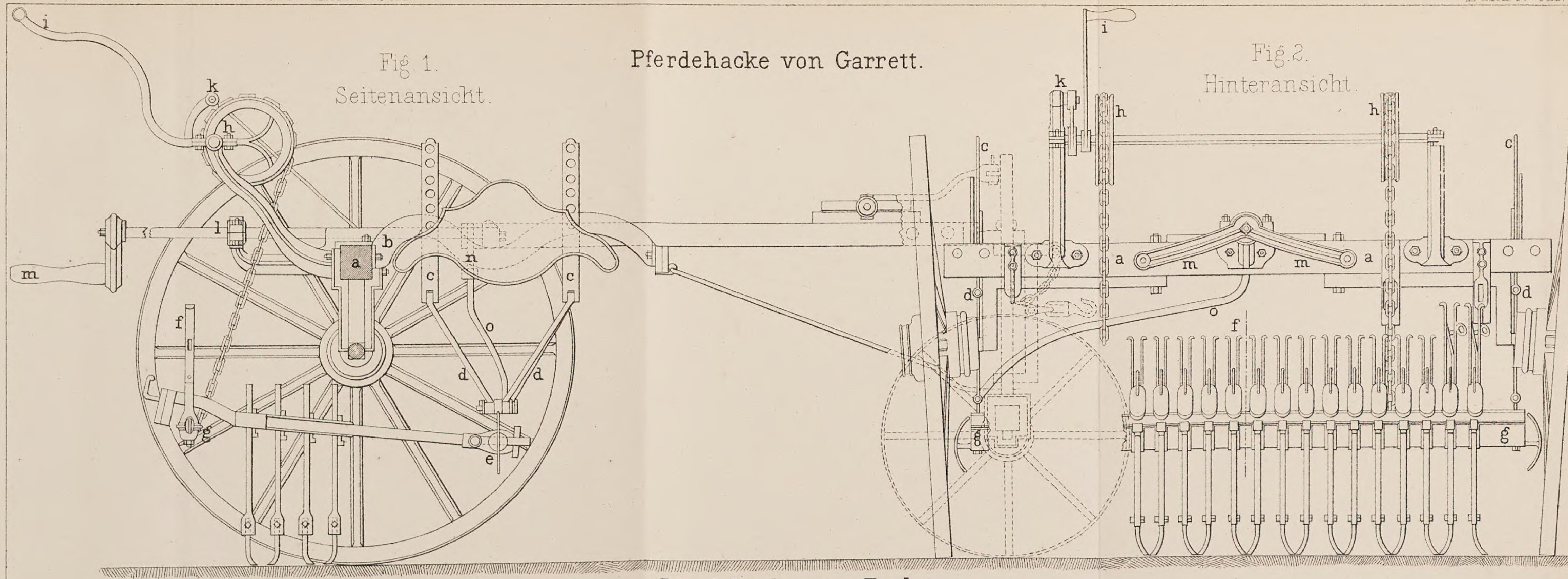
P. Kresnik gez.
Verlag von Hermann Costenoble in Jena
Lith. Eschebach & Schaefer, Leipzig.



P. Kresnik gez.
Verlag von Hermann Costenoble in Jena.
Lith. Eschebach & Schaefer, Leipzig.

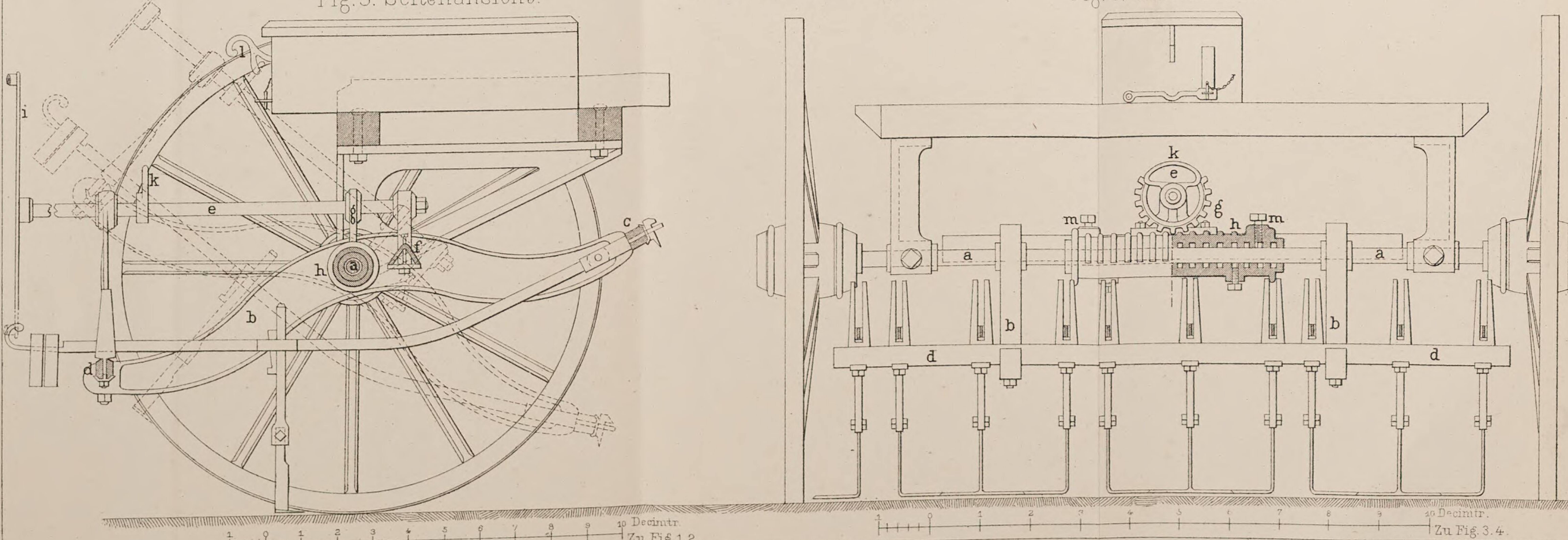
Pferdehacke von Garrett.

Fig. 1. Seitenansicht. Fig. 2. Hinteransicht.



Pferdehacke von Taylor.

Fig. 3. Seitenansicht. Fig. 4. Hinteransicht.



Dampfpflug-Locomotive von John Fowler & C°.

Fig. 1.

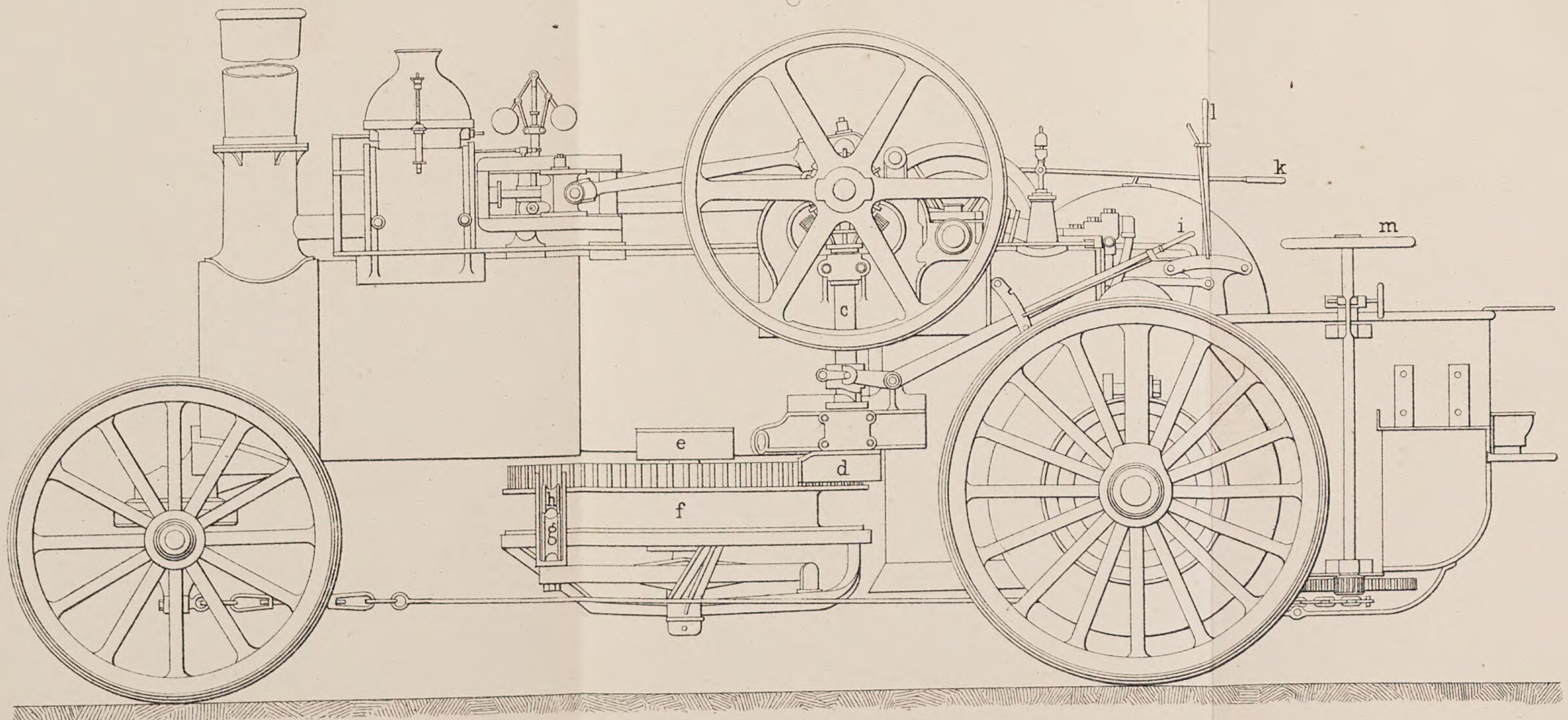
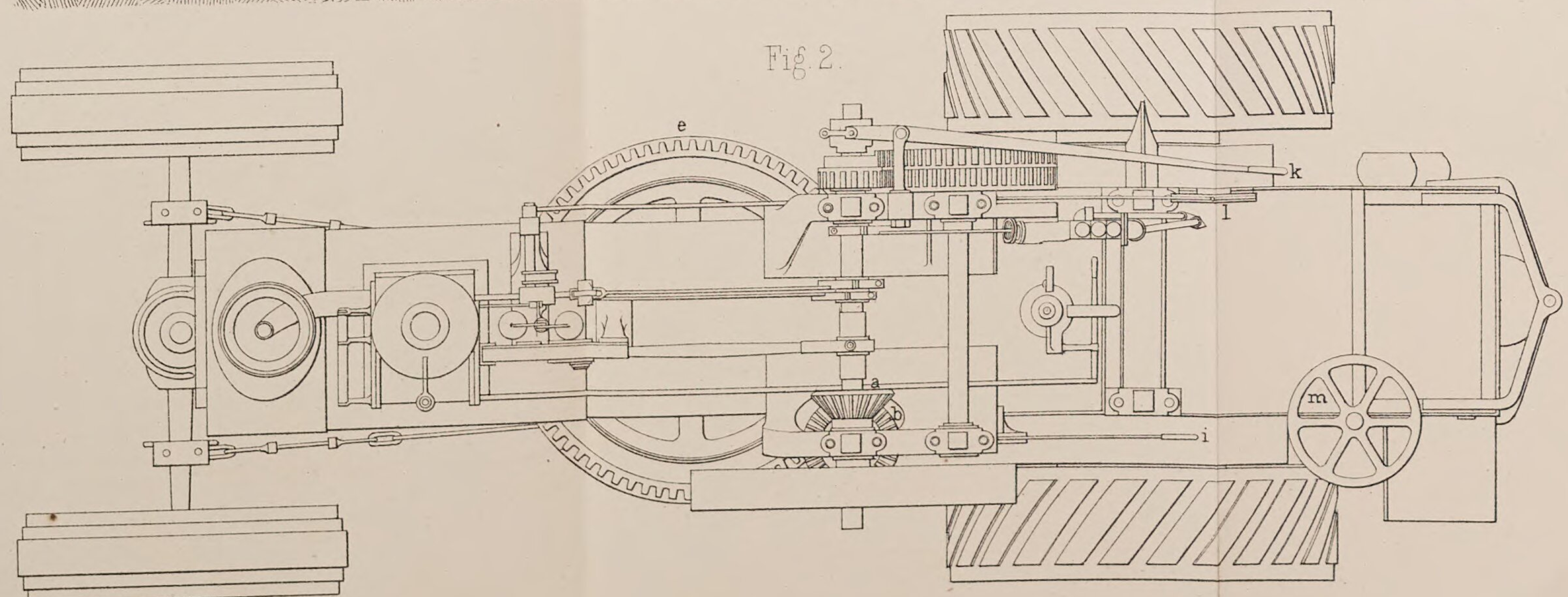
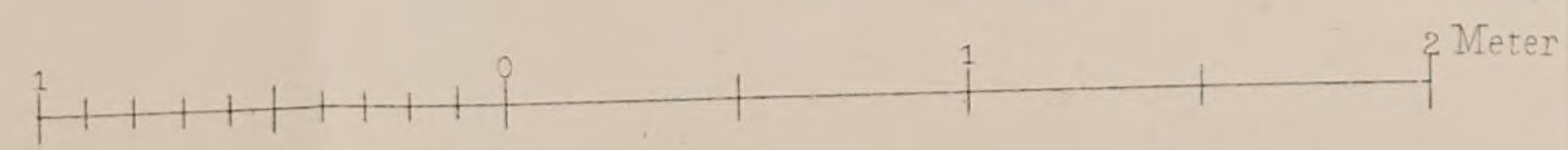


Fig. 2.





Verlag von Hermann Costenoble in Jena.

Lith. Eschebach & Schaefer Leipzig.

Perels, Emil,

Handbuch des landwirthschaftlichen Maschinenwesens für Landwirthe und Maschinentechniker sowie zum Gebrauche an landwirthschaftlichen und technischen Schulen
Bd.: 1

Jena (1880)